

16 de agosto de 2012

BACHELOR CURRICULUM DESIGN

# SAMUEL MARQUEZ

UB 197 135EL27640



ELECTROTECNIA



## Contenido

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>UNIDAD I.- Conceptos y fenómenos eléctricos.....</b>	<b>6</b>
1.1. La electricidad conceptos generales.....	6
1.2. Fenómenos eléctricos .....	10
2.1. Concepto de electromagnetismo .....	17
<b>2.2. Electroimanes.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3. Ley de Faraday.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4. Ley de Lenz .....</b>	<b>19</b>
2.5. Circuitos magnéticos.....	19
<b>UNIDAD III Circuitos eléctricos.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Funcionamiento de los circuitos eléctricos .....</b>	<b>20</b>
<b>La ley de Ohm.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2. Corrientes alternas.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3. Sistema trifásico .....</b>	<b>24</b>
<b>UNIDAD IV Maquinas eléctricas .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Tipo de maquinas .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Motores eléctricos.....</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Transformadores.....</b>	<b>29</b>

4.4 Generación y transporte de energía.....	31
<b>UNIDAD V Circuito prácticos y de aplicación.....</b>	<b>32</b>
5.1 Análisis de circuito.....	32
5.2 La electrónica.....	35
5.3 El alumbrado.....	36
5.4 Automatización y los aparatos fríos y calor .....	37
5.5 Electrónica digital .....	38
5.6 Potencia eléctrica .....	45
<b>UNIDAD VI Medidas en circuitos eléctricos.....</b>	<b>47</b>
6.1 Medidas con diferentes aparatos .....	47
6.2 Medición de potencia eléctrica.....	48
6.3 Contadores y su tipo .....	49
<b>Conclusiones.....</b>	<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>53</b>

## INTRODUCCIÓN

La palabra electrotecnia viene de la combinación de Electro y Techne.

La electrotecnia es la disciplina tecnológica que estudia las aplicaciones de la electricidad.

La electrotecnia abarca el estudio de los fenómenos eléctricos y electromagnéticos para poder darle una utilidad practica.

Esta materia se aplica en al vida cotidiana en los artefacto, como la luz, la estufa eléctricas, en los motores eléctricos, bombas de aguas eléctricas, en heladeras, refrigeradores, computadoras, electro medicina, rayos x, en el sonido y la televisión, etcétera.

Electrotecnia se divide en cuatros campos de conocimiento y experiencia para la aplicación practica de la electricidad.

- 1- El concepto y leyes científicas que explica los fenómenos físicos que tienen lugar en los dispositivos eléctricos.
- 2- Los componentes que tienen los circuitos y aparatos eléctricos.
- 3- Análisis y cálculos y predicción del comportamiento de circuitos y dispositivos eléctricos.
- 4- Normas de comportamiento, manipulación y consumo, ante los dispositivos y circuitos.

La electrotecnia se fundamenta de la física, especialmente en electromagnetismo. Esta materia nace en el siglo XIX, con los descubrimientos de Oersted (1820), Henry y Faraday (1831), su desarrollo continuo con Maxwell con sus ecuaciones (1873). Y así siguieron todos los ingeniero y científico desarrollando los primeros paso de la electrónica, Primero los transporte comenzaron a utilizar la energía eléctrica y después se necesito hacer mecanismo mas avanzado y dio lugar al nacimiento de la electrónica Basado en válvulas y luego en semiconductores. Hoy actualmente son utilizados en forma mayoritaria.

El título de técnico en equipos e instalaciones eléctricas se enmarca en la familia profesional de la Electricidad Electrónica, y las capacidades electrónicas se encuentran orientadas a las instalaciones eléctricas.

La materia es capacitar al estudiante para que puedan realizar y construir instalaciones de distribución de energía eléctrica en media y alta tensión (MT y BT) y también de instalaciones y automatización de edificios, así como equipos electrotécnicos de protección media y control para lo mismo también, reparaciones de las instalaciones, equipo y máquinas eléctricas, seguridad y medioambiente vigentes.

Su finalidad general es la de proporcionar aprendizajes relevantes y cargados de posibilidades de desarrollo posterior, y en algunos casos aplicados y significativos para la comunidad, generar una sensibilidad de respeto a la norma y al medio en el que se aplican, un estado permanente de prudencia ante el uso de la electricidad, conciencia de sus costos y una actitud permanente de ahorro o rechazo al consumo injustificado, al derivar en referencias a sus aplicaciones.

El conocimiento profundo de los elementos básicos con los que se construye cualquier circuito o máquina eléctrica, la resistencia óhmica, la autoinducción y la capacidad, su comportamiento ante los fenómenos eléctricos y su disposición en circuitos característicos, constituye el núcleo de esta materia, complementado con las técnicas de cálculo y medida directa de magnitudes en circuitos eléctricos, la ejemplificación significativa de aparatos, y la focalización a determinadas áreas del consumo o de la seguridad en cuya sensibilización la mediación escolar juega un papel importante.

## UNIDAD I.- Conceptos y fenómenos eléctricos

### 1.1. La electricidad conceptos generales

La electricidad es una forma de energía que más ventaja y comodidad aporta a los seres humanos en la actualidad. Se aplica en muchas cosas materiales hoy esta evolucionando en los autos eléctricos y en la energía alternativa.

En un átomo, los protones se concentran en el núcleo junto a los neutrones y algunas partículas atómicas. Los protones poseen partículas positivas y entre ellos se ejerce una fuerza repulsiva. Los neutrones no tienen cargas eléctricas y le aportan masa al núcleo del átomo.

**Átomo con carga neutra:** Un átomo en estado normal tiene el mismo número de electrones que de protones. Esto hace que exista un equilibrio entre las fuerzas de carácter eléctrico que se da entre los protones y neutrones, y por lo tanto dicho átomo permanezca eléctricamente neutro. Así, por ejemplo, un átomo de litio tiene tres protones y 3 electrones:  $3(+) + 3(-) = 0$  (figura 1)

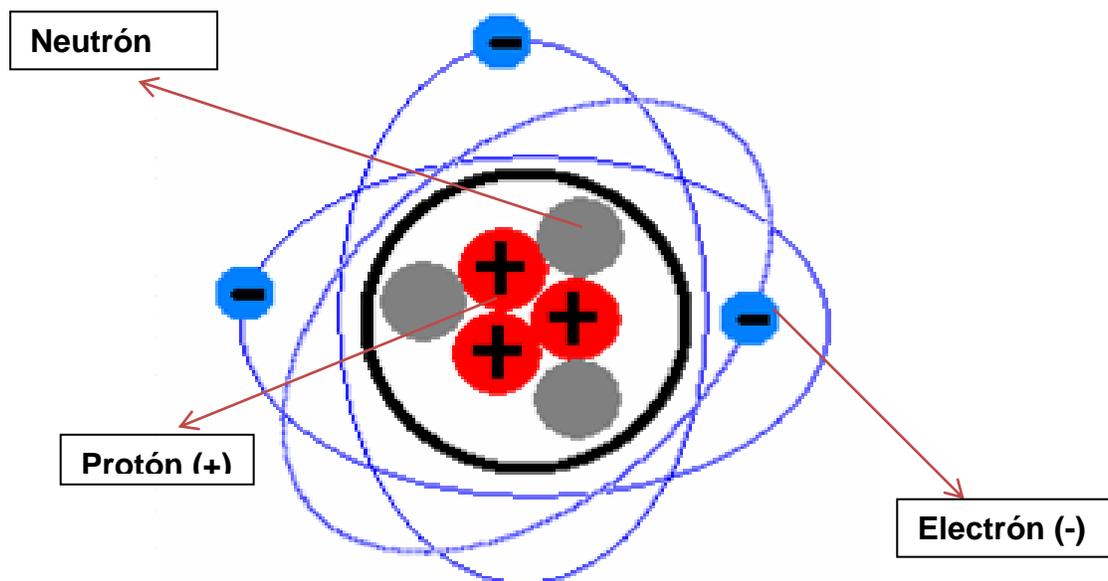
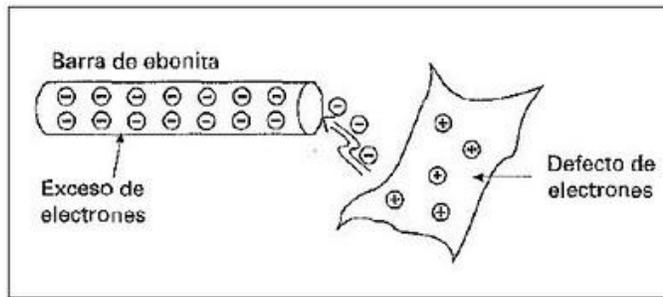


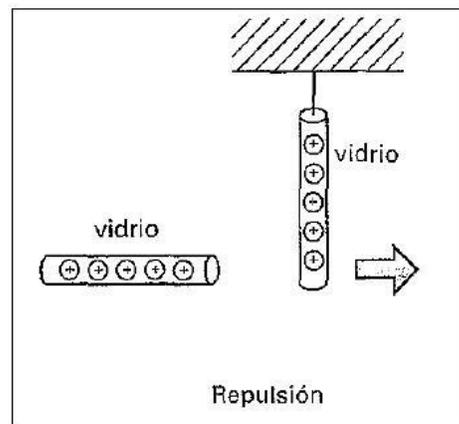
Figura 1: Átomo con carga neutra



Si frotamos una barra de ebonita con una piel animal, los electrones son transferidos de la piel a la ebonita, quedando esta última cargada negativamente. **Figura 4**



¿Qué ocurre si después de frotar dos barras de vidrio se acercan?

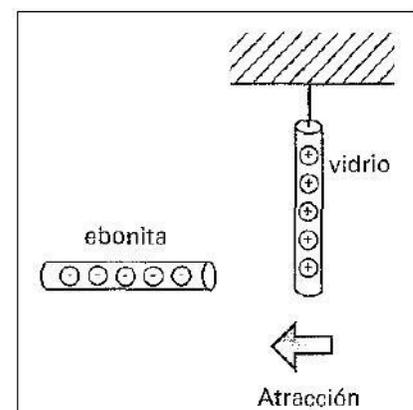


**Figura 5**

¿Que ocurre si también frotamos una barra de vidrio y una de ebonita las barras se acercan?

**Figura 6**

El causante en todo momento de la electrificación de los cuerpos es el electrón, ya que tiene carga y movilidad para poder desplazarse por los materiales. A partir de estos dos factores existe la electricidad.



## Carga eléctrica

Se conoce como carga eléctrica de un cuerpo al exceso o defecto de electrones que este tiene.

Carga negativa, significa exceso de electrones.

Carga positivo, significa exceso de protones.

La unidad de carga eléctrica es el culombio. 1 culombio equivale aproximadamente a un exceso o defecto de 6 trillones de electrones (1 culombio =  $6.3 \cdot 10^{18}$  electrones).

## Ejercicio

a) Determinar la carga eléctrica que tiene una barra de ebonita si una vez frotada tiene un exceso de  $25,2 \cdot 10^{18}$  electrones:

$$Q = \frac{25,2 \cdot 10^{18}}{6,3 \cdot 10^{18}} = 4 \text{ Culombios de carga negativo}$$

## Movimiento de electrones

Supongamos que cargamos eléctricamente, por frotamiento, una bola de vidrio y otra de ebonita, entre ellas aparece una diferencia de carga eléctrica.

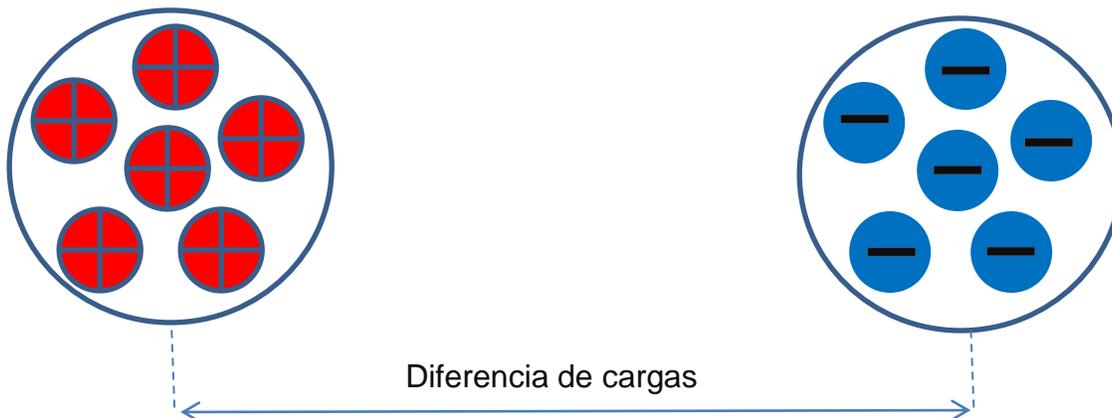
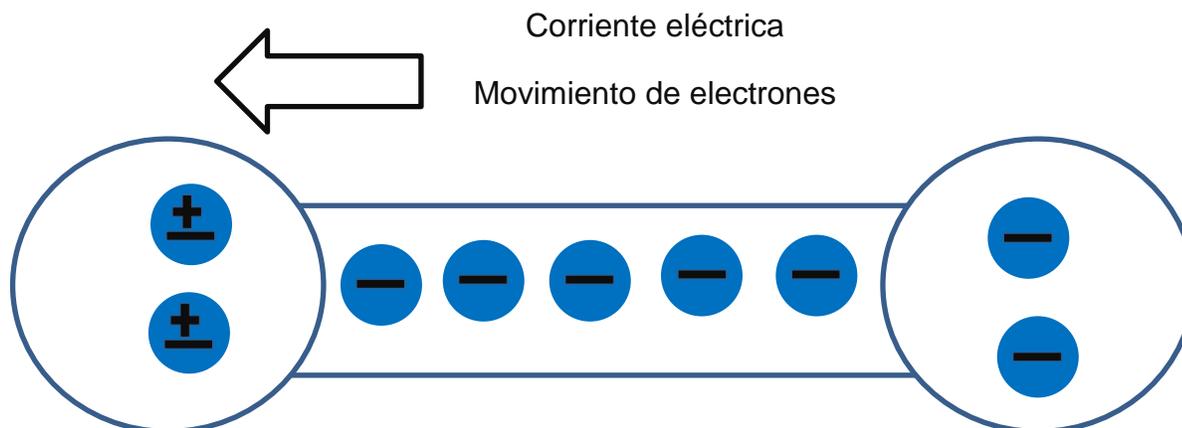


Figura 7

Si ahora unimos eléctricamente las dos bolas mediante un conductor eléctrico, los electrones en exceso de la bola de vidrio. Dado que existe un camino un camino conductor por donde se pueden desplazar los electrones de una bola a otra, aparece un movimiento de electrones por el mismo hasta que la carga quede compensada, es decir, hasta que la diferencia de carga deja de existir.



**Figura 8**

Al movimiento de electrones que se establece por el conductor eléctrico se denomina corriente eléctrica. Como se puede observar en la figura 8, el sentido de la corriente eléctrica lo establecen los electrones. La diferencia de cargas que se establece entre los dos cuerpos cargados eléctricamente, y que es la causante del movimiento de electrones, se conoce como tensión o diferencia de potencial.

## 1.2. Fenómenos eléctricos

Se puede decir que la electricidad es un tipo de energía, por lo cual es capaz de realizar trabajo.

Como energía, esta basada en las propiedades que tienen los diferentes elementos o los materiales para atraer o repeler los **electrones**.

Ejemplo de sus aplicaciones prácticas: Motores, calefactores, lámparas, etc. Y de la misma forma ocurre con la fuerza magnética, no nos resulta visible, su exigencia queda claramente manifestada por los efectos que produce.

Uno de los fenómenos físicos característicos de algunos materiales es la electrización. Éste fenómeno ocurre cuando se varía la cantidad de electrones de los átomos que componen dicho material. Los neutrones y los protones, al estar fuertemente ligados en el núcleo, no participan de este fenómeno. La electrización se puede producir por frotamiento, por presión y por calentamiento, todo dependerá del material que deseemos electrizar.

Cuando electrizamos un cuerpo puede suceder que los electrones se queden sobre ese cuerpo, entonces deberemos hablar de electricidad estática. Pero cuando los electrones se desplazan, entonces tenemos que entenderlo como corriente eléctrica.

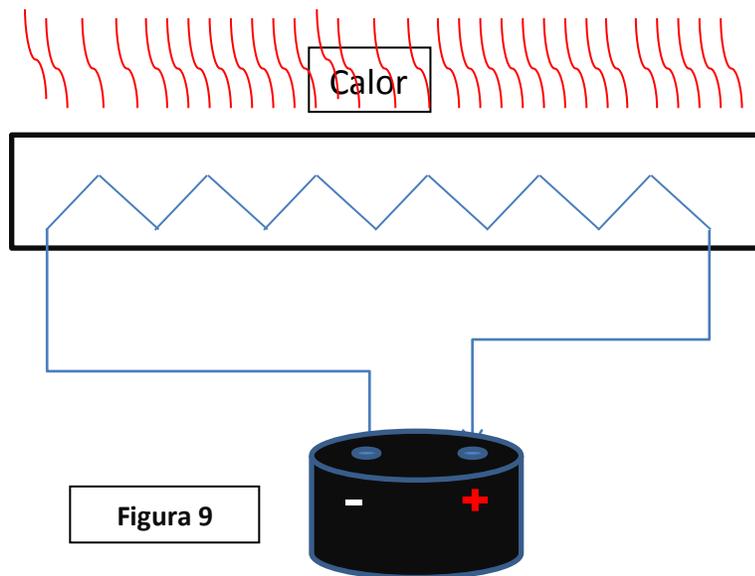
El calor, al que se le denomina el efecto de Joule, y por supuesto, la podemos explicar como una ley, que nos dice: La energía térmica que se produce en un circuito eléctrico depende de la intensidad de la corriente, de la resistencia y del tiempo que circule la corriente.

Tenemos otro fenómeno producido por la electricidad, como es la luminosidad. Por citar un ejemplo, el efecto luminoso producido en una lámpara o bombilla, es un efecto directo del calentamiento de un filamento que une los dos polos de la lámpara o bombilla.

La electricidad también genera efectos químicos, como es el fenómeno de la electrólisis, que consiste en la descomposición de las moléculas que forman una sustancia, este fenómeno se produce gracias al paso de una gran intensidad de corriente.

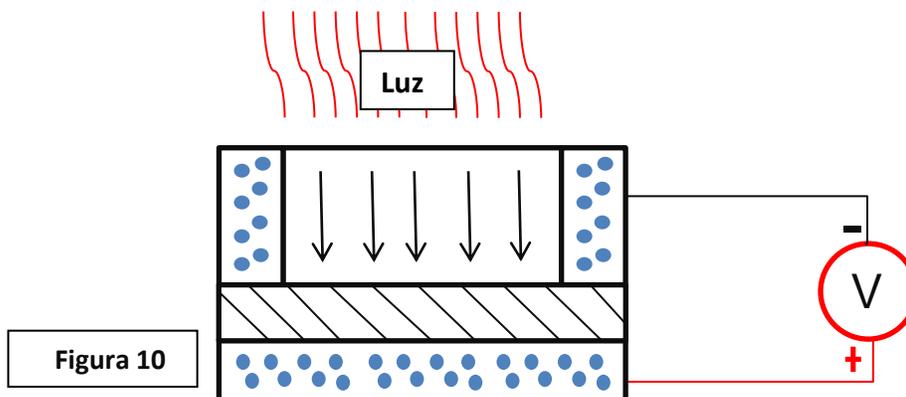
### Efecto térmico

Al fluir la corriente eléctrica por ciertos materiales conductores, llamado resistivo, como el carbón, cocina, hornos, calentadores de agua. Planchas, secadores, etc.



### Efecto luminoso

En una lámpara eléctrica incandescente, al fluir por su filamento resistivo una corriente eléctrica, se calienta a alta temperatura e irradia Luz



## Efecto químico

Al circular la corriente eléctrica por ciertos líquidos, esto se disgrega, se llama electrolisis a dicho proceso. Gracias a este efecto se puede producir productos químicos y metales, Baños metálicos (Galvanización) y recarga de baterías de acumuladores.

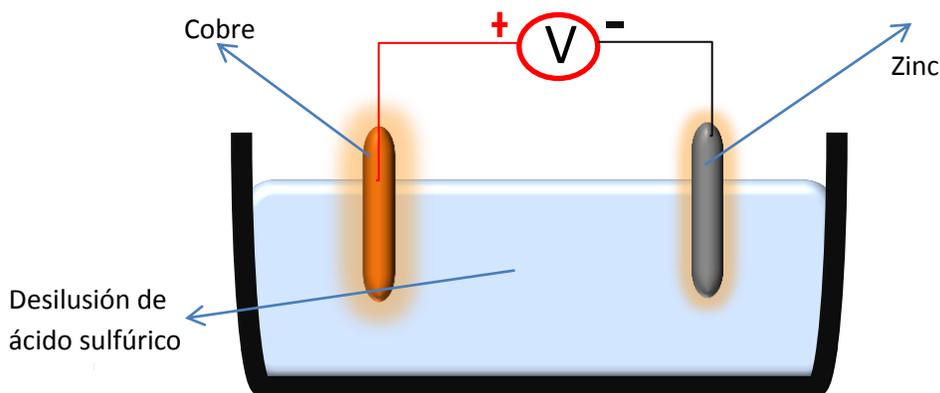
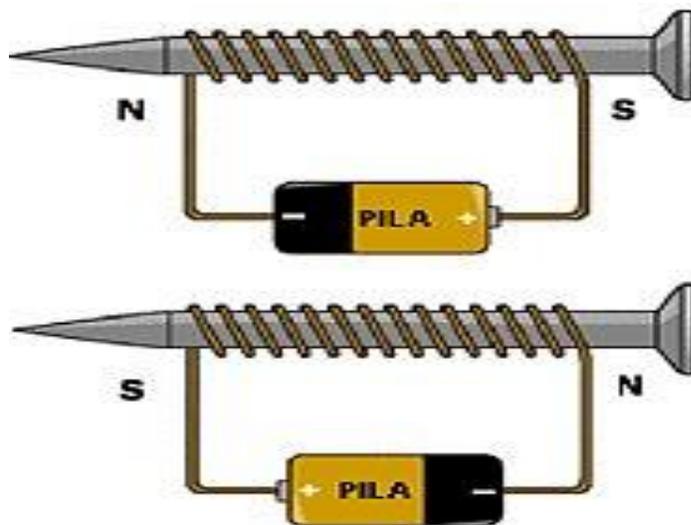


Figura 11

## Efecto magnético

Al conectar una bobina a un circuito eléctrico, se produce un campo magnético similar al de un imán, lo que produce en un efecto de atracción sobre ciertos metales. Aprovechando este efecto se puede construir electroimanes, motores, altavoces, instrumento de medidas, etc.

Figura 12



### 1.3. Componentes eléctricos

#### RESISTENCIAS

Propiedad de un objeto o sustancia que hace que se resista u oponga al paso de una corriente eléctrica. La resistencia de un circuito eléctrico determina según la llamada ley de Ohm cuánta corriente fluye en el circuito cuando se le aplica un voltaje determinado. La unidad de resistencia es el ohmio.

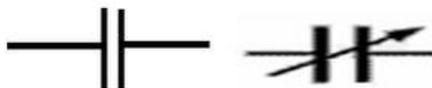


#### RESISTENCIAS

Figura 13: símbolos de resistencia

#### CONDENSADOR

Un condensador es un componente pasivo que presenta la cualidad de almacenar energía eléctrica. Esta formado por dos laminas de material conductor (metal) que se encuentran separados por un material dieléctrico (material aislante). En un condensador simple, cualquiera sea su aspecto exterior, dispondrá de dos terminales, los cuales a su vez están conectados a las dos laminas conductoras.



Condensador no polarizado      Condensador variable

Figura 13: símbolos de condensadores

#### REÓSTATOS

Son resistencias bobinadas variables dispuestas de tal forma que pueda variar el valor de la resistencia del circuito en que esta instalada, como ya sabemos, son capaces de aguantar mas corriente. . A las resistencias variables se le llaman reóstatos o potenciómetros, con un brazo de contacto deslizante y ajustable, suelen utilizarse para controlar el volumen de radios y televisiones.



Figura 13: símbolos de reóstatos

## TRANSFORMADOR

Dispositivo eléctrico que consta de una bobina de cable situada junto a una o varias bobinas más, y que se utiliza para unir dos o más circuitos de corriente alterna (CA) aprovechando el efecto de inducción entre las bobinas. La bobina conectada a la fuente de energía se llama bobina primaria. Las demás bobinas reciben el nombre de bobinas secundarias. Un transformador cuyo voltaje secundario sea superior al primario se llama transformador elevador. Si el voltaje secundario es inferior al primario este dispositivo recibe el nombre de transformador reductor. No tienen polaridad aunque si orientación magnética de los bobinados.



Figura 14: TRANSFORMADOR NÚCLEO DE AIRE

## DIODO

Componente electrónico que permite el paso de la corriente en un solo sentido. Los primeros dispositivos de este tipo fueron los diodos de tubo de vacío, que consistían en un receptáculo de vidrio o de acero al vacío que contenía dos electrodos: un cátodo y un ánodo. Ya que los electrones pueden fluir en un solo sentido, desde el cátodo hacia el ánodo, el diodo de tubo de vacío se podía utilizar en la rectificación. Los diodos más empleados en los circuitos electrónicos actuales son los diodos fabricados con material semiconductor.



Figura 15: Diodo rectificador Diodo emisor

de luz (LED)

## BOBINA

Las bobinas (también llamadas inductores) consisten en un hilo conductor enrollado. Al pasar una corriente a través de la bobina, alrededor de la misma se crea un campo magnético que tiende a oponerse a los cambios bruscos de la intensidad de la corriente. Se puede utilizarse para diferenciar entre señales rápida y lentamente cambiantes (altas y bajas frecuencias). Se emplea en los receptores de radio al seleccionar una frecuencia específica mediante un condensador variable.



BOBINAS

Figura 16

## PILA (Acumulador, Batería)

Dispositivo que convierte la energía química en eléctrica. Todas las pilas consisten en un electrolito (que puede ser líquido, sólido o en pasta), un electrodo positivo y un electrodo negativo. El electrolito es un conductor iónico; uno de los electrodos produce electrones y el otro electrodo los recibe. Al conectar los electrodos al circuito que hay que alimentar, se produce una corriente eléctrica.



Figura 16

## FUSIBLE

Dispositivo de seguridad utilizado para proteger un circuito eléctrico de un exceso de corriente. Su componente esencial es, habitualmente, un hilo o una banda de metal que se derrite a una determinada temperatura...

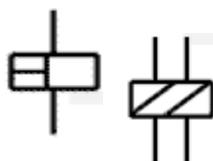


FUSIBLES

Figura 17

## RELÉ

Conmutador eléctrico especializado que permite controlar un dispositivo de gran potencia mediante un dispositivo de potencia mucho menor. Un relé está formado por un electroimán y unos contactos conmutadores mecánicos que son impulsados por el electroimán. Éste requiere una corriente de sólo unos cientos de miliamperios generada por una tensión de sólo unos voltios, mientras que los contactos pueden estar sometidos a una tensión de cientos de voltios y soportar el paso de decenas de amperios. Por tanto, el conmutador permite que una corriente y tensión pequeñas controlen una corriente y tensión mayores. Técnicamente un relé es un aparato electromecánico capaz de accionar uno o varios interruptores cuando es excitado por una corriente eléctrica.

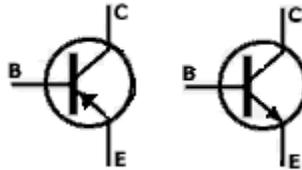


Relé rápido Relé con doble bobinado

Figura 18

## TRANSISTORES

Los transistores se componen de semiconductores. Se trata de materiales, como el silicio o el germanio, dopados (es decir, se les han incrustado pequeñas cantidades de materias extrañas), de manera que se produce un exceso o una carencia de electrones libres. En el primer caso, se dice que el semiconductor es del tipo n, y en el segundo, que es del tipo p. Combinando materiales del tipo n y del tipo p se puede producir un diodo. Cuando éste se conecta a una batería de manera tal que el material tipo p es positivo y el material tipo n es negativo, los electrones son repelidos desde el terminal negativo de la batería y pasan, sin ningún obstáculo, a la región p, que carece de electrones. Con la batería invertida, los electrones que llegan al material p pueden pasar sólo con muchas dificultades hacia el material n, que ya está lleno de electrones libres, en cuyo caso la corriente es prácticamente cero.

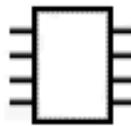


Transistor NPN Transistor PNP

Figura 19

## CIRCUITOS INTEGRADOS

La mayoría de los circuitos integrados son pequeños trozos, o chips, de silicio, de entre 2 y 4 mm<sup>2</sup>, sobre los que se fabrican los transistores. La fotolitografía permite al diseñador crear centenares de miles de transistores en un solo chip situando de forma adecuada las numerosas regiones tipo n y p. Durante la fabricación, estas regiones son interconectadas mediante conductores minúsculos, a fin de producir circuitos especializados complejos. Estos circuitos integrados son llamados monolíticos por estar fabricados sobre un único cristal de silicio. Los chips requieren mucho menos espacio y potencia, y su fabricación es más barata que la de un circuito equivalente compuesto por transistores individuales.



(IC)Circuito integrado símbolo genérico

Figura 20

## UNIDAD II Conceptos y fenómenos electromagnéticos

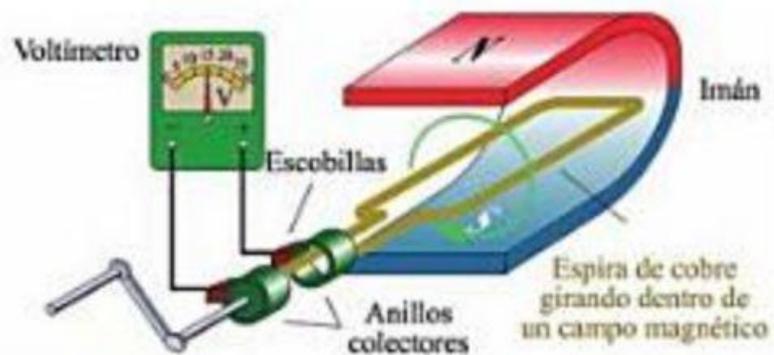
### 2.1. Concepto de electromagnetismo

Ya como hemos visto anteriormente en fenómenos eléctrico como funciona el electromagnetismo y pasamos a la acción magnética.

#### Electricidad por acción magnética

Esta forma de producir electricidad ya es conocida por todos nosotros. Se basa en el principio de Faraday, y es la forma como se produce la energía en las grandes centrales eléctricas mediante los alternadores o, en otro caso, con la dinamo en forma de corriente continua. Cuando se mueve un conductor eléctrico (Hilo metálico) en el seno del campo magnético (imán o electroimán) aparece una corriente eléctrica por dicho conductor. Lo mismo ocurre si se mueve un imán y se deja fijo el conductor. En un generador eléctrico se hace mover las bobinas en sentido giratorio en las proximidades del campo magnético producido por imanes o electroimanes.

**Figura 21: Al mover conductores dentro de un campo magnético se produce electricidad**



### 2.2. Electroimanes

Un electroimán es un imán que funciona con electricidad. Puede conectarse y desconectarse. Las bobinas están casi siempre hechas de alambre de cobre porque es un conductor eléctrico excelente.

Los electroimanes tienen muchos usos. He aquí algunos ejemplos.

- Un timbre eléctrico - Los electroimanes hacen que el martillo vibre de acá para allá, tocando el timbre.
- Una cerradura eléctrica - Cuando se ha contestado al interfono, la puerta puede abrirse desde el piso de arriba. Un electroimán tira del cerrojo para abrirlo. Cuando se desconecta, el cerrojo vuelve atrás.
- Una grúa - Una grúa para chatarra puede levantar un coche entero. Lo mueve a su posición, y se desconecta para soltarlo.

- Una herramienta de cirujano - Un cirujano oftalmólogo puede sacar restos de acero del ojo de un paciente usando un electroimán. Se aplica corriente hasta que tira sólo lo suficiente para quitar suavemente el metal.

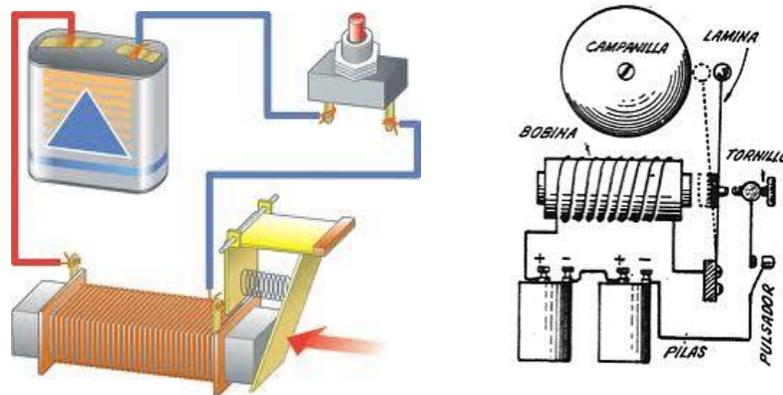


Figura 22: Así funciona una cerradura eléctrica y una campanilla

### 2.3. Ley de Faraday



La Ley está basada en los experimentos que hizo Michael Faraday en 1831 y establece que el voltaje (FEM, Fuerza Electromotriz Inducida) inducido en una bobina es directamente proporcional a la rapidez de cambio del flujo magnético por unidad de tiempo en una superficie cualquiera con el circuito como borde:

$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Donde  $\mathcal{E}$  es la FEM inducida,  $N$  es el número de vueltas de la bobina, y  $\Delta\Phi$  es la variación del flujo magnético en un tiempo  $\Delta t$ . Cuando el flujo magnético se da en webers y el tiempo en segundos, la fuerza electromotriz inducida resulta en volts. Un volt es igual a un weber-vuelta por segundo.

El signo negativo se debe a que el voltaje inducido tiene un sentido tal que establece una corriente que se opone al cambio de flujo magnético. El cambio del número de líneas magnéticas que pasan por un circuito induce una corriente en él, si el circuito está cerrado, pero el cambio siempre induce una fuerza electromotriz, esté o no el circuito cerrado.

El flujo magnético se define como el producto entre el campo magnético y el área que éste encierra: Razonando estas expresiones, es fácil darse cuenta de que si se produce un cambio tanto en el campo magnético como en el área que atraviesa, se inducirá una fuerza electromotriz. En esta experiencia lo que se variará será el campo magnético.

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \alpha$$

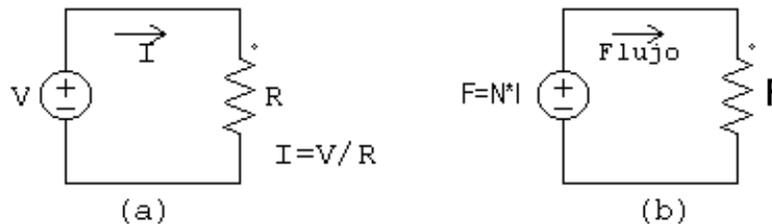
## 2.4. Ley de Lenz

La Ley de Lenz explica que siempre que se induce una corriente, su campo magnético se opone al cambio de flujo. Esto se ve claramente en el momento de realizar la experiencia. Esta ley podría haberse predicho a partir de principio de la conservación de la energía. Cuando se mueve un imán hacia una bobina, induciéndose así una corriente en el enrollamiento, la corriente inducida calienta el alambre. Para proporcionar la energía necesaria para ello, se tiene que hacer trabajo venciendo una fuerza que se opone. Si la fuerza no se opusiera al movimiento, se estaría creando energía; por lo tanto, el campo magnético de la corriente inducida tiene que oponerse al cambio.

## 2.5. Circuitos magnéticos

Se entenderá por circuito magnético a una estructura ferromagnética acompañada de fuerzas magneto motrices con la finalidad de canalizar líneas de fuerza magnéticas. Esta estructura puede contener espacios de aires atravesados por líneas de fuerza, estos espacios se conocen como entrehierros.

### Analogías entre circuito eléctrico y circuito magnético:



a) Un circuito eléctrico simple. b) El circuito magnético análogo a un núcleo de transformador.

En un circuito eléctrico, el voltaje o fuerza electromotriz es la que impulsa el flujo, en un circuito magnético se llama fuerza magneto motriz (f.m.m), y se expresa por la siguiente ecuación

$$F = N \cdot i$$

Donde:

F: Fuerza magneto motriz, y su unidad es Amper por vuelta (a\*V).

N: Numero de vueltas del bobinado.

I: Corriente aplicada, su unidad es el Ampere.

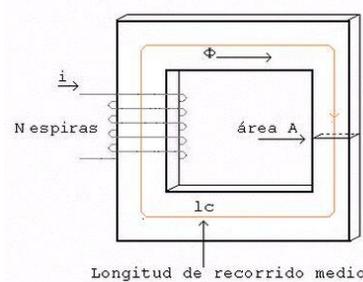
### Ley de Ampere:

Es la ley básica que rige la producción de campo magnético por medio de una corriente y su ecuación es:

$$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = I_{\text{net}}$$

Donde H: Intensidad de campo producida por  $I_{\text{net}}$ .

Para entender mejor el significado de la ecuación anterior es útil aplicarla al ejemplo en que un núcleo de hierro u otro material ferromagnético, tiene un bobinado de alambre de N vueltas en torno a una columna del núcleo como se muestra en la **Figura 23**



**Figura 23**

### Montaje solenoide en circuitos

El solenoide primario se conecta a un transformador y a un potenciómetro, intercalando una resistencia en el circuito para protección, evitar corrientes excesivas, en el caso de la figura 23 el potenciómetro es de 10kΩ y la protección de 33kΩ, un amperímetro colocado en serie. Los terminales solenoide secundario se coloca un voltímetro en corriente alterna.

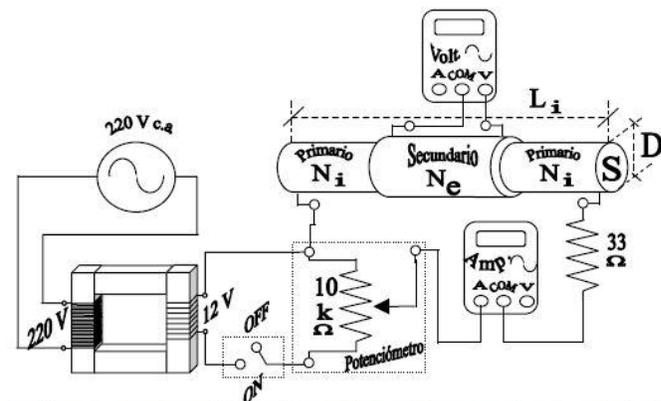


Figura 1. Montaje experimental. Los datos del montaje necesario para calcular la constante del aparato C son: número de espiras de los arrollamientos primario y secundario ( $N_p$  y  $N_s$ , respectivamente), longitud del arrollamiento interno  $L_i$  y diámetro del mismo D (para calcular el área S).

**Figura 24: Circuito magnético**

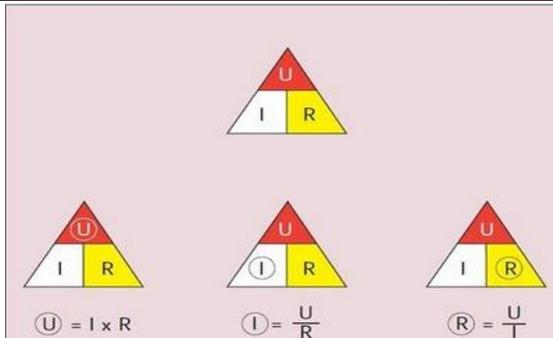
## UNIDAD III Circuitos eléctricos

### 3.1. Funcionamiento de los circuitos eléctricos

Cuando hablamos de circuitos eléctricos tenemos que referirnos a la ley de Ohm.

#### La ley de Ohm

La intensidad de la corriente que circula por un circuito cerrado es directamente proporcional a la tensión que se le aplica e inversamente proporcional a su resistencia eléctrica.

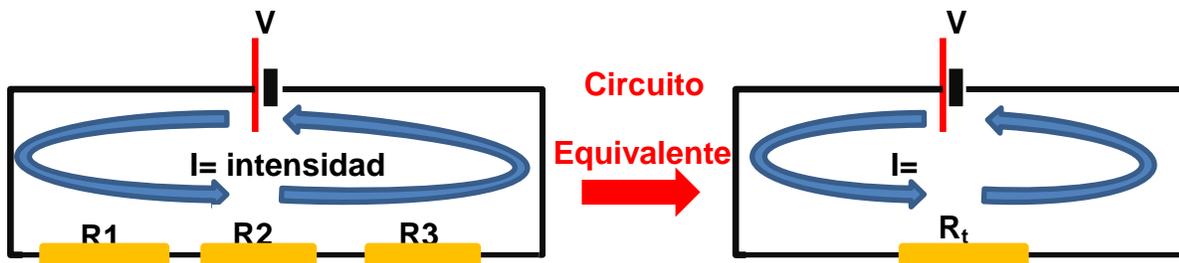


**Figura 25** La famosa pirámide de Ohm y sus distintas formulas

### Circuito de corriente continúa

Para calcular la intensidad que se establece en un circuito de resistencias en serie, basta con dividir la tensión aplicada al circuito entre sus resistencias conectadas en serie.

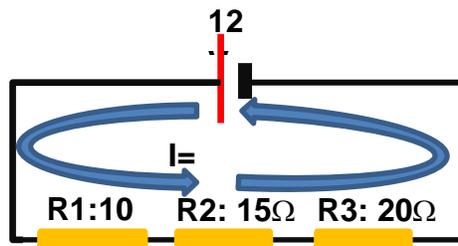
Resistencia total o equivalente ( $R_t$ ): se nombra así a la resistencia que origina los mismos efectos que todo el conjunto de resistencia Figura 26



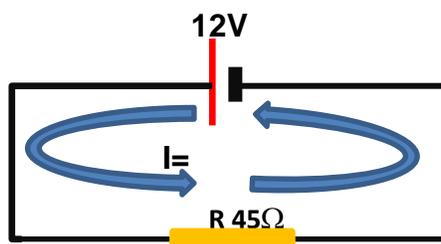
El circuito equivalente se cumple la ley de ohm cuando se suman todas las tensiones y resistencia la formula queda representada:

$$I = \frac{V}{R_t} \quad (\text{Resistencia Total en serie}) \quad R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

### Ejercicios:



$$I = \frac{12V}{10\Omega + 15\Omega + 20\Omega} = \frac{12V}{45\Omega} = 0.26 A$$



$$I = 24V / 45\Omega = 0.26 A$$

En estos ejercicios se puede ver la equivalencia en esto dos circuito en el cual nos da el mismo resultado.

**Potencia eléctrica para cada receptor:** Se expresa potencia eléctrica  $P = V \cdot I$ , teniendo en cuenta que, al igual que hicimos al aplicar la ley de ohm, siempre se hace sobre los dos puntos concretos del circuito donde queremos calcular la potencia. De esa forma tenemos que:

$$P_1 = V_{AB} \cdot I; P_2 = V_{BC} \cdot I; P_3 = V_{CD} \cdot I$$

La potencia total la calculamos sumando cada una de las potencias parciales:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

O empleamos la expresión y aplicando la tensión total aplicada:  $P_T = V \cdot I$

### Ejercicios:

Se conecta a una batería de 24V dos resistencias en serie de  $30 \Omega$  y  $20 \Omega$  respectivamente en la **figura 26**. Se quiere determinar la intensidad que recorre el circuito, la tensión a la que queda sometida cada resistencia, la potencia de cada una de una de la resistencia y la potencia total del circuito.

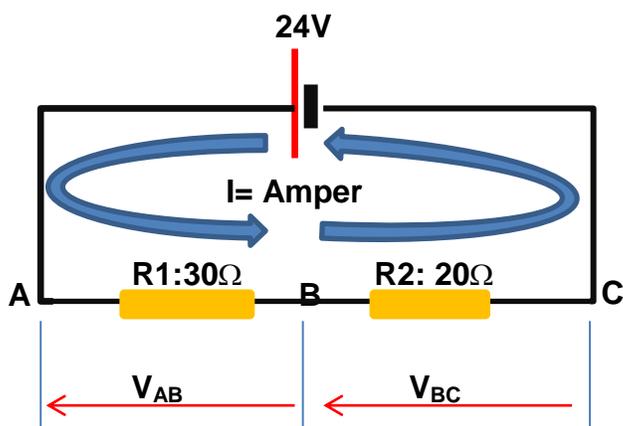


Figura 26

Primero, calculamos la resistencia total:

$$R_T = R_1 20\Omega + R_2 30\Omega = 50\Omega$$

La intensidad será entonces:

$$I = \frac{24V}{50\Omega} = 0.48 A$$

La tensión a que queda sometida cada resistencia es:

$$V_{AB} = R_1 20\Omega \cdot I 0.48 A = 9.6V_{AB}$$

$$V_{BC} = R_2 30\Omega \cdot I 0.48 A = 14.4V_{BC}$$

Comprueba la igualdad:

$$V = 9.6V_{AB} + 14.4V_{BC} = 24V$$

La potencia de cada resistencia:

$$P_1 = 9.6V_{AB} \cdot 0.48 A = 4.6 P_1$$

$$P_2 = 14.4V_{BC} \cdot 0.48 A = 6.9 P_2$$

La potencia total es:

$$P_T = 24V \cdot 0.48 A = 11.52 P_T$$

Comprueba la igualdad:

$$P_T = 4.6 P_1 + 6.9 P_2 = 11.5 P_T$$

### 3.2. Corrientes alternas

Se describe como movimiento de electrones libres a lo largo de un conductor conectado a un circuito en la que hay di referencia de potencial. La corriente alterna circula en tanto existe una diferencia de potencial. Si la polaridad de la diferencia de potencial no varia, la corriente siempre circulara en una direcci3n y se llama corriente alterna, o continua, o simplemente C-C.

Existe una corriente alterna que no siempre circula en la misma direcci3n, si no que alterna y circula primero en una direcci3n y luego se invierte y circula hacia la otra. A este tipo de corriente se llama alterna o C-A.

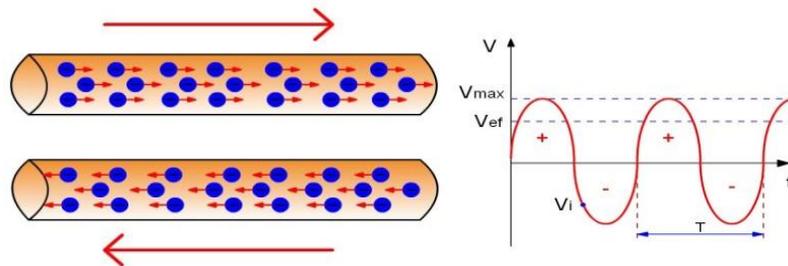


Figura 27 Magnitudes de la corriente alterna (c.a.)

Los valores que caracterizan a la corriente alterna son:

**Valor m3ximo (Vmax):** es el valor de la cima que alcanza la corriente alterna, puede ser positivo o negativo, tambi3n se le conoce como valor de pico (Vp). Para la tensi3n de la red es de  $\pm 325$  V.

**Valor instant3neo (Vi):** Es el valor que toma la corriente en un momento determinado. Se calcula a partir de la f3rmula:

$$V_i = V_{\max} * \text{sen}(wt).$$

Donde wt es el 3ngulo en el que deseamos obtener el valor instant3neo.

**Valor eficaz (Vef):** Es el valor de corriente continua por el que debemos sustituir la corriente alterna para que produzca el mismo efecto. Se calcula con la f3rmula:

$$V_{\text{ef}} = V_{\max} / \sqrt{2}$$

Para la corriente de la red es de 230 V.

**Periodo (T):** Es el tiempo que tarda en producirse un ciclo completo de la corriente. Corresponde con  $360^\circ$ . Para la corriente de red es de 20 ms.

**La frecuencia (F):** Es el n3mero de ciclos completos que se producen en 1 segundo. Se calcula con la f3rmula:

$$F = 1/T$$

Para la corriente de la red es de 50 Hz.

Una ventaja de la corriente alterna es que en cada ciclo el valor de la tensión pasa por cero, y esto facilita la desconexión de los aparatos.

Otras ventajas frente la corriente continua son:

- Permite aumentar o disminuir el voltaje por medio de transformadores.
- Se transporta a grandes distancias con poca pérdida de energía.
- Es posible convertirla en corriente continua con facilidad.

### 3.3. Sistema trifásico

Para comprender como funcionan los circuitos trifásicos es necesarios primero conocer cómo se denominan las partes que lo componen así como todos los conceptos relacionados.

Sin un claro entendimiento de todo esto se pueden ocasionar confusiones a la hora de resolver un problema con circuitos trifásicos.

Voltajes trifásicos balanceados

Para que los tres voltajes de un sistema trifásico estén balanceados deberán tener amplitudes y frecuencias idénticas y estar fuera de fase entre sí exactamente 120°.

**Importante:** En un sistema trifásico balanceado la suma de los voltajes es igual a cero:

$$V_a + V_b + V_c = 0$$

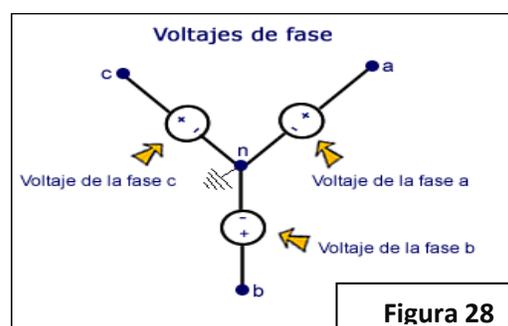
#### Circuito trifásico balanceado

Si las cargas se encuentran de manera que las corrientes producidas por los voltajes balanceados del circuito también están balanceadas entonces todo el circuito está balanceado.

#### Voltajes de fase

Cada bobina del generador puede ser representada como una fuente de voltaje senoidal.

Para identificar a cada voltaje se les da el nombre de voltaje de la fase a, de la fase b y de la fase c.



## UNIDAD IV Maquinas eléctricas

### 4.1 Tipo de maquinas

## MAQUINAS ROTANTES

### GENERALIDADES.

Las máquinas eléctricas rotantes tienen la particularidad de convertir energía eléctrica en mecánica o viceversa.

Una primera clasificación que puede hacerse es por su función:

- 1- Generador, máquina que produce energía eléctrica por transformación de la energía mecánica.
- 2- Motor, máquina que produce energía mecánica por transformación de la energía eléctrica.
- 3- Convertidor rotativo que convierte energía eléctrica de una forma a otra (cambiando frecuencia, convirtiendo corriente alterna en continua etc.) máquina muy utilizada en el pasado.

Si se clasifican por la fuente de energía que las alimenta o que representan se tiene:

- 1- máquinas de corriente continua
- 2- máquinas de corriente alterna

Estas últimas por sus características constructivas y de velocidad se clasifican en:

- 1- Máquinas asincrónicas
- 2- Máquinas sincrónicas

A partir de este capítulo nos ocuparemos de tres máquinas rotantes en las que se reúnen todos los conceptos principales de proyecto de cualquier otra, y en el siguiente orden:

- 1- Iniciaremos con el alternador como ejemplo de máquina sincrónica,
- 2- Continuaremos con el motor asincrónico,
- 3- Y finalmente la máquina de corriente continua (generador o motor).

Las máquinas rotantes utilizadas en los sistemas eléctricos tienen características que son objeto primero de especificación, luego de garantías y finalmente de comprobación mediante ensayos.

### **Producción de corriente alterna (senoidal)**

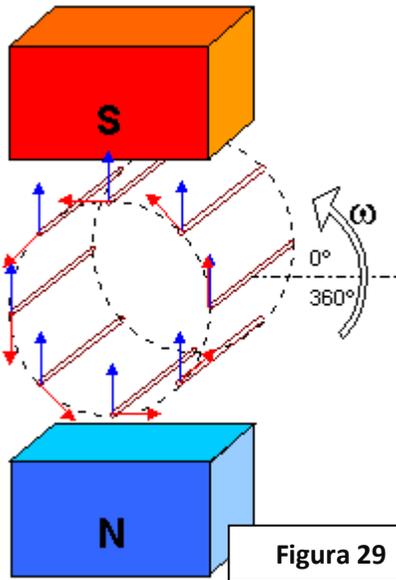


Figura 29

Si hacemos girar una espira en el interior de un campo magnético, se inducirá en cada conductor una fuerza electromotriz inducida de valor:

$$e = \beta \cdot L \cdot v \cdot \text{sen } \alpha$$

Siendo  $\alpha$  el ángulo entre la inducción magnética y la velocidad o sentido del movimiento que, como se ve en la figura, varía de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  a cada vuelta del conductor.

$\beta$  es la densidad de campo,  $L$  es la longitud de la espira,  $v$  es la velocidad de rotación.

Si la espira está formada por un conductor de ida y otro de vuelta, en la espira se induce una f.e.m.:

$$e = 2 \cdot \beta \cdot L \cdot v \cdot \text{sen } \alpha$$

Si la bobina tiene  $N_e$  espiras:

$$e = 2 \cdot N_e \cdot \beta \cdot L \cdot v \cdot \text{sen } \alpha$$

Para evitar el enrollamiento de los conductores es necesario dotar al conjunto de unos anillos rozantes.

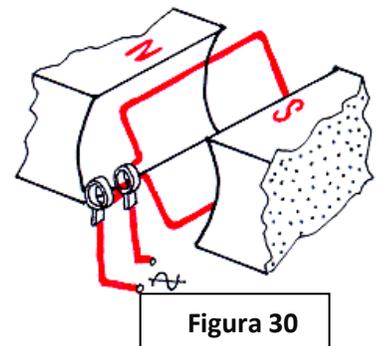


Figura 30

Si mantenemos constante la inducción del campo y la velocidad de giro, siéndolo también el número de conductores y la longitud de los mismos, tendremos:

$$2 \cdot N_e \cdot \beta \cdot L \cdot v = e_{\text{max}} \rightarrow \text{Constante}$$

$$e = e_{\text{max}} \cdot \text{sen } \alpha$$

Como puede deducirse de la fórmula la f.e.m. resultante tendrá forma senoidal.

Si además expresamos el ángulo girado en función de la velocidad angular:

$$\omega = \alpha / t \rightarrow \alpha = \omega \cdot t$$

$$e(t) = e_{\text{max}} \cdot \text{sen } \omega \cdot t$$

Donde  $\omega \cdot t$  representa el ángulo girado en radianes, siendo  $\omega$  la velocidad angular en rad/s.

### Generación de CA trifásica

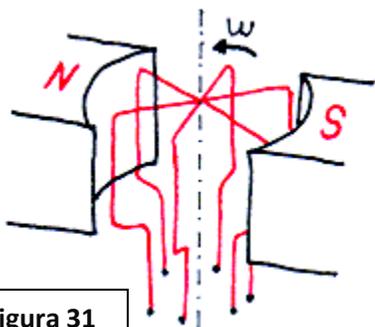


Figura 31

Haciendo girar una espira en un campo magnético se puede conseguir una corriente alterna senoidal (monofásica). Si en vez de una única espira hacemos girar tres espiras a  $120^\circ$  ( $360^\circ/3$ ) unas de otras, se consiguen tres tensiones alternas senoidales de igual frecuencia y amplitud pero desfasadas  $120^\circ$  entre sí:

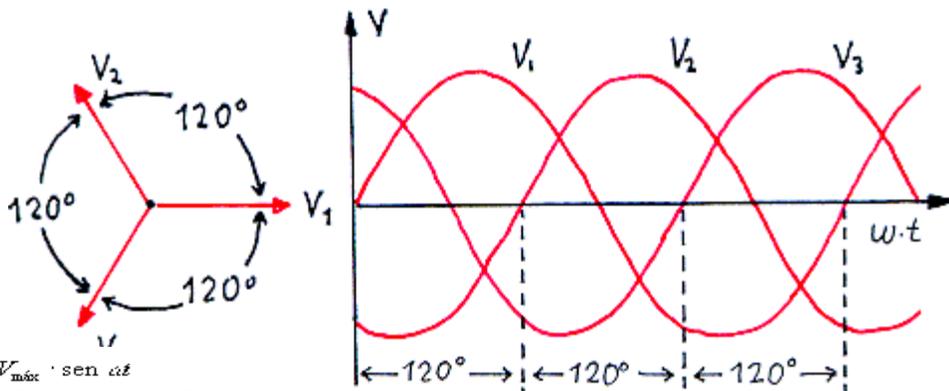
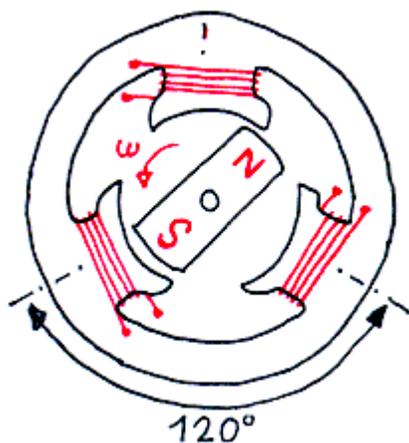


Figura 32

$$v_1 = V_{\text{máx}} \cdot \text{sen } \omega t$$

$$v_2 = V_{\text{máx}} \cdot \text{sen}(\omega t - 120^\circ)$$

$$v_3 = V_{\text{máx}} \cdot \text{sen}(\omega t - 240^\circ)$$



Para sacar las tensiones al exterior sería necesario un sistema de anillos rozantes y escobillas colectoras que a las tensiones usuales, de 10 a 20 kV, generan ciertos problemas eléctricos y mecánicos. En los alternadores modernos se sitúan las bobinas en el estator dotando al rotor de un potente electroimán que, al ser alimentado por una corriente continua, genera el campo magnético. Se evita de esta forma el complejo sistema de anillos colectores.

Figura 33

Existen dos formas básicas de conexión de estas bobinas a las líneas exteriores: *conexión en estrella* y *conexión en triángulo*.

### 4.2 Motores eléctricos

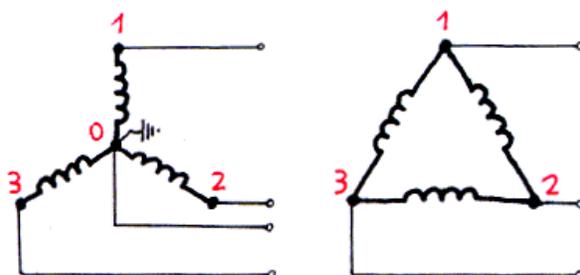


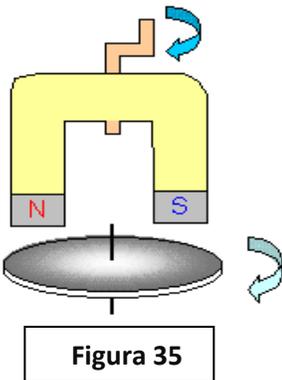
Figura 34

**Tensión simple o de fase:** Cada bobina del alternador trifásico se comporta como un generador monofásico, generando entre sus terminales una tensión denominada simple o de fase.

**Tensión compuesta o de línea:** De cada borne 1, 2 y 3 de la figura sale un conductor de línea. A la tensión entre dos líneas se le denomina compuesta o de línea.

En el caso de la conexión estrella puede existir un cuarto conductor NEUTRO (saliendo del borne 0). Las tensiones de una línea al neutro coinciden con las tensiones en cada bobina, siendo por tanto tensiones de fase.

**Motor asíncrono trifásico. Principio de funcionamiento**



Se dispone de un imán en forma de U, de tal forma que pueda girar por su eje central mediante una manivela. Muy próximo a los polos se sitúa un disco de material conductor no magnético (cobre o aluminio), de tal forma que también pueda girar. Al hacer girar el imán permanente se puede observar que el disco también gira, pero a un poco menos velocidad que el imán.

En los motores asíncronos el campo giratorio lo produce un sistema de C.A. trifásica, cuya velocidad de giro dependerá de la *frecuencia* de las corrientes y del *número de pares de polos* de que conste el motor:

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p}$$

**VELOCIDAD DE SINCRONISMO**

**Motor asíncrono de rotor en cortocircuito**

**ESTATOR**

Parte fija del motor formada por paquetes de chapa magnética que alojan en ranuras a las bobinas que van a crear el campo magnético giratorio.

Estas bobinas pueden estar conectadas en estrella o en triángulo.

Por ejemplo un motor de 380/220 V se podrá conectar a una red de 380 V en estrella o a otra de 220 V en triángulo. En cualquier caso cada bobina estará a la tensión de fase de 220 V.

Esto es así porque la tensión que soporta cada bobinado conectado en estrella es raíz de tres veces menor que conectado en triángulo.

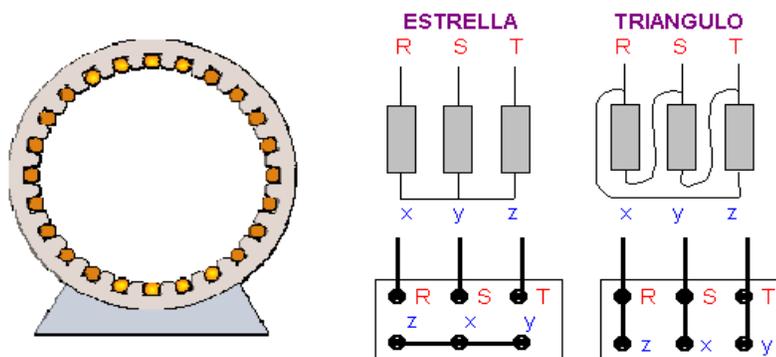
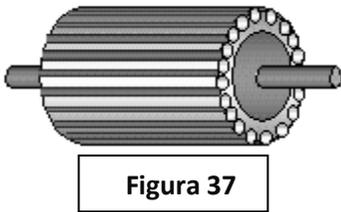


Figura 36



### Rotor

Parte del motor que va a girar y que está formada por paquetes de chapa magnética de forma cilíndrica en torno a un eje, con ranuras en las que se alojan conductores de aluminio cortocircuitados en sus extremos por medio de anillos (Jaula de ardilla).

Figura 37

**DESLIZAMIENTO** El rotor nunca girará a la velocidad de sincronismo, ya que si iguala la velocidad de giro del campo del estator, las líneas de fuerza no cortarían a los conductores y no se generarían f.e.m., ni corrientes, ni par para mantener el movimiento.

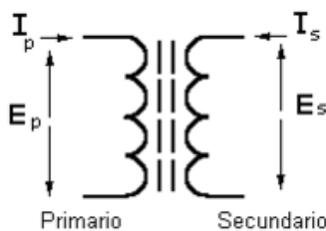
Se llama deslizamiento a la diferencia entre la velocidad a la que gira el rotor y la velocidad de sincronismo, normalmente dada en % de la de sincronismo.

### 4.3 Transformadores

Se denomina transformador a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia.

El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de interacción electromagnética.

#### Funcionamiento



Si se aplica una fuerza electromotriz alterna en el devanado primario, circulará por éste una corriente alterna que creará a su vez un campo magnético variable. Este campo magnético variable originará, por inducción electromagnética, la aparición de una fuerza electromotriz en los extremos del devanado secundario.

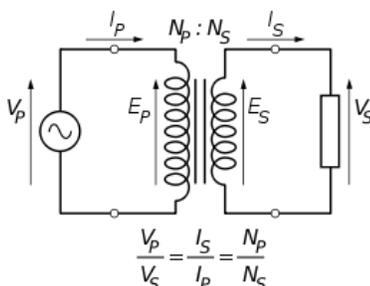
Figura 37 Esquema del transformador.

#### Relación de transformación

La relación entre la fuerza electromotriz *inductora* (**Ep**), la aplicada al devanado primario y la fuerza electromotriz *inducida* (**Es**), la obtenida en el secundario, es directamente proporcional al número de espiras de los devanados primario (**Np**) y secundario (**Ns**) .

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

La **razón de la transformación (m)** de la tensión entre el bobinado primario y el bobinado secundario depende de los números de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario, en el secundario habrá el triple de tensión.



$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = m$$

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

**Figura 38** Donde: ( $V_p$ ) es la tensión en el devanado primario ó tensión de entrada, ( $V_s$ ) es la tensión en el devanado secundario ó tensión de salida, ( $I_p$ ) es la corriente en el devanado primario ó corriente de entrada, e ( $I_s$ ) es la corriente en el devanado secundario ó corriente de salida.

Esta particularidad se utiliza en la red de transporte de energía eléctrica: al poder efectuar el transporte a altas tensiones y pequeñas intensidades, se disminuyen las pérdidas por el efecto Joule y se minimiza el costo de los conductores.

Así, si el número de espiras (vueltas) del secundario es 100 veces mayor que el del primario, al aplicar una tensión alterna de 230 voltios en el primario, se obtienen 23.000 voltios en el secundario (una relación 100 veces superior, como lo es la relación de espiras). A la relación entre el número de vueltas o espiras del primario y las del secundario se le llama *relación de vueltas* del transformador o *relación de transformación*.

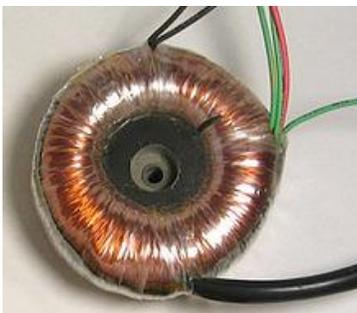
### Tipo de transformador según sus aplicaciones

#### Transformador elevador/reductor de tensión

Un transformador con PCB, como refrigerante en plena calle. Son empleados por empresas transportadoras eléctricas en las subestaciones de la red de transporte de energía eléctrica, con el fin de disminuir las pérdidas por efecto Joule. Debido a la resistencia de los conductores, conviene transportar la energía eléctrica a tensiones elevadas, lo que origina la necesidad de reducir



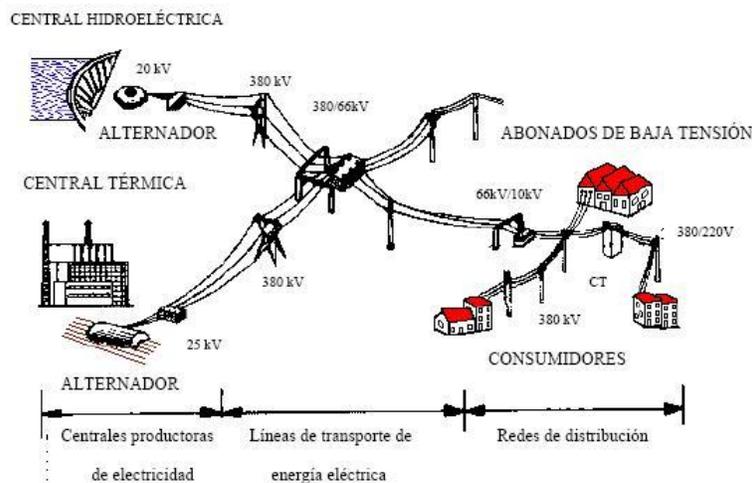
nuevamente dichas tensiones para adaptarlas a las de utilización y tenemos otro tipo de transformadores como: Transformadores elevadores, Transformadores variables, Transformador de aislamiento, Transformador de alimentación, Transformador trifásico, Transformador de pulsos, Transformador de línea o *Flyback*, Transformador diferencial de variación lineal, Transformador con diodo dividido, Transformador de impedancia, Estabilizador de tensión, Transformador híbrido o bobina híbrida, Balun, Transformador electrónico, Transformador de frecuencia variable, Transformadores de medida, Autotransformador, Transformador con núcleo toroidal, Transformador de grano orientado, Transformador de núcleo de aire, Transformador de núcleo envolvente, Transformador piezoeléctrico



#### 4.4 Generación y transporte de energía

La generación, en términos generales, consiste en transformar alguna clase de energía no eléctrica, sea ésta química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica. Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas. Éstas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

La demanda de energía eléctrica de una ciudad, región o país tiene una variación a lo largo del día. Esta variación es en función de muchos factores, entre los que destacan: tipos de industrias existentes en la zona y turnos que realizan en su producción, climatología extremas de frío o calor, tipo de electrodomésticos que se utilizan más frecuentemente, tipo de calentador de agua que haya instalado en los hogares, la estación del año y la hora del día en que se considera la demanda. La generación de energía eléctrica debe seguir la curva de demanda y, a medida que aumenta la potencia demandada, se debe incrementar el suministro. Esto conlleva el tener que iniciar la generación con unidades adicionales, ubicadas en la misma central o en centrales reservadas para estos períodos. En general los sistemas de generación se diferencian por el periodo del ciclo en el que deben ser utilizados, siendo de base la nuclear o la eólica, de valle las termoeléctricas de combustibles fósiles, o de pico la hidroeléctrica principalmente (los combustibles fósiles y la hidroeléctrica también pueden usarse como base si es necesario).



**Figura 39 Distribución de una central hidroeléctrica y térmica**

Dependiendo de la fuente primaria de energía utilizada, las centrales generadoras se clasifican en termoeléctricas, hidroeléctricas, nucleares, eólicas, solares termoeléctricas, solares fotovoltaicas y mareomotrices. La mayor parte de la energía eléctrica generada a nivel mundial proviene de los tres primeros tipos de centrales reseñados. Todas estas centrales, excepto las fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador, constituido por un alternador, movido mediante una turbina que será distinta dependiendo del tipo de energía primaria utilizada.

EN 2018 existirán tecnologías limpias, asequibles y renovables de generación local, lo que obligará a las grandes corporaciones del sector a un cambio de mentalidad.



Figura 40 Energía solar y Eólica

## UNIDAD V Circuito prácticos y de aplicación

### 5.1 Análisis de circuito

Un circuito eléctrico o red eléctrica es una colección de elementos eléctricos interconectados en alguna forma específica.

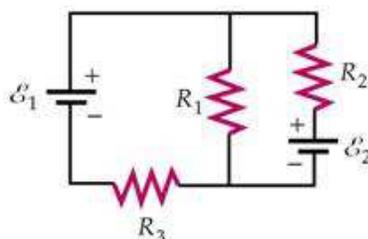


Figura 40

Generalmente, un circuito eléctrico básico estará sujeto a una entrada o excitación y se producirá una respuesta o salida a dicha entrada.

El análisis de circuitos es el proceso de determinación de la salida de un circuito conocida la entrada y el circuito en sí. En cambio, el diseño de circuitos, es obtener un circuito conocida la entrada y la respuesta que debe tener el circuito.

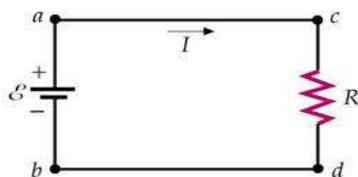


Figura 41

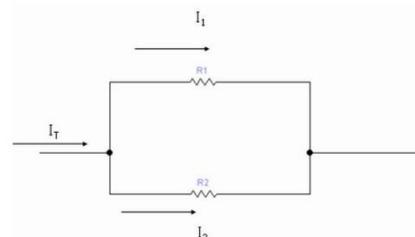
### Asociación Serie y Paralelo

Hay dos formas básicas de conectar elementos de circuito, tanto activos como pasivos, en serie y en paralelo.

Se dice que dos elementos pasivos están conectados en paralelo cuando, dentro de un circuito, están sometidos a la misma diferencia de potencial o tensión.

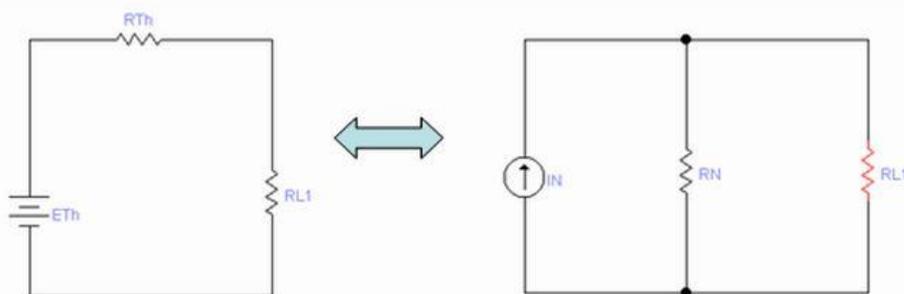
En el caso de resistencias podremos decir, según la figura:

**Figura 42** Circuito en paralelo donde la corriente  $I_T$  atraviesa todos los resistores pero sufriendo una derivación.



### Leyes de Kirchhoff.

Si un circuito tiene un número de derivaciones interconectadas, es necesario aplicar otras dos leyes para obtener el flujo de corriente que recorre las distintas derivaciones. Estas leyes, descubiertas por el físico alemán Gustav Robert Kirchhoff, son conocidas como las leyes de Kirchhoff. La primera, la ley de los nudos. La segunda ley, la ley de las mallas.



**Figura 43.** Una fuente de tensión es convertida en una fuente de corriente. La resistencia que se encuentra en serie con la fuente de tensión ( $R_{Th}$ ) conserva su valor, pero aparece en paralelo con la fuente de corriente, mientras que la corriente  $I_N$  resulta de dividir  $E_{Th}$  con  $R_{Th}$ . Su sentido siempre será ubicado a la salida de la terminal positiva.

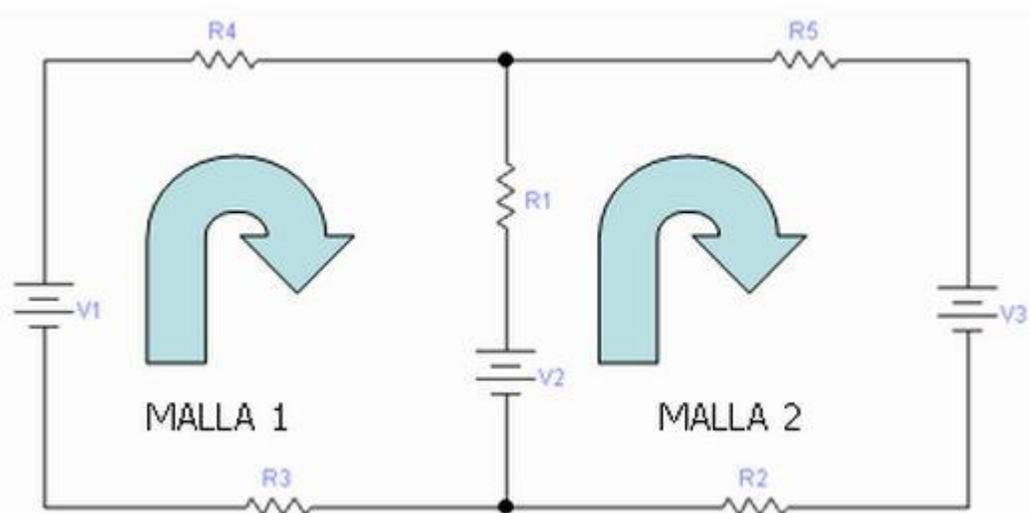
### Análisis de circuitos por el método de las mallas.

1. Asignar una corriente de malla a cada trayectoria cerrada independiente en el sentido de las manecillas del reloj (Figura 44).
2. El número de ecuaciones necesarias es igual al número de trayectorias cerradas independientes escogidas. La columna 1 de cada ecuación se forma sumando los valores de resistencia de los resistores por los que pasa la corriente de malla que interesa y multiplicando el resultado por esa corriente de malla.

3. Debemos considerar los términos mutuos, se restan siempre de la primera columna. Es posible tener más de un término mutuo si la corriente de malla que interesa tiene un elemento en común con más de otra corriente de malla. Cada término es el producto del resistor mutuo y la otra corriente de malla que pasa por el mismo elemento.

4. La columna situada a la derecha del signo igual es la suma algebraica de las fuentes de tensión por las que pasa la corriente de malla que interesa. Se asignan signos positivos a las fuentes de fuerza electromotriz que tienen una polaridad tal que la corriente de malla pase de la terminal negativa a la positiva. Se atribuye un signo negativo a los potenciales para los que la polaridad es inversa.

5. Se resuelven las ecuaciones simultáneas resultantes para las corrientes de malla deseadas.

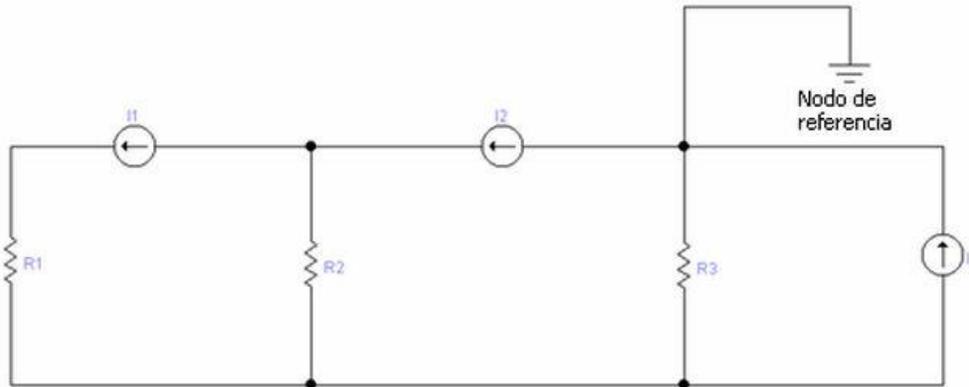


**Figura 44** Una red eléctrica donde claramente se distinguen dos mallas. Nótese como las corrientes de malla se dibujan en el sentido de las agujas del reloj.

### **Análisis de circuitos por el método nodal.**

1. Escoger un nodo de referencia y asignar un rótulo de voltaje con subíndice a los  $(n - 1)$  nodos restantes de la red (Figura 45).
2. El número de ecuaciones necesarias para una solución completa es igual al número de tensiones con subíndice  $(N - 1)$ . La columna 1 de cada ecuación se forma sumando las conductancias ligadas al nodo de interés y multiplicando el resultado por esa tensión nodal con subíndices.
3. A continuación, se deben considerar los términos mutuos, se restan siempre de la primera columna. Es posible tener más de un término mutuo si la tensión nodal de la corriente de interés tiene un elemento en común con más de otra tensión nodal. Cada término mutuo es el producto de la conductancia mutua y la otra tensión nodal enlazada a esa conductancia.

4. La columna a la derecha del signo de igualdad es la suma algebraica de las fuentes de corriente ligadas al nodo de interés. A una fuente de corriente se le asigna un signo positivo si proporciona corriente a un nodo, y un signo negativo si toma corriente del nodo.



**Figura 45.** Una red eléctrica donde claramente se distinguen cuatro nodos. Ver como uno de los nodos se tomó como referencia, o sea, su potencial es cero.

También tenemos varios teoremas para aplicar a los circuitos:

2. Teorema de superposición
3. Teorema de Thevenin
4. Teorema de Norton.

## 5.2 La electrónica

La electrónica es el campo de la ingeniería y de la física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión, recepción, almacenamiento de información, entre otros. Esta información puede consistir en voz o música como en un receptor de radio, en una imagen en una pantalla de televisión, o en números u otros datos en un ordenador o computadora.

### Antecedentes históricos

La introducción de los tubos de vacío a comienzos del siglo XX propició el rápido crecimiento de la electrónica moderna. Con estos dispositivos se hizo posible la manipulación de señales, algo que no podía realizarse en los antiguos circuitos telegráficos y telefónicos.

### Componentes electrónicos

Los circuitos electrónicos constan de componentes electrónicos interconectados. Estos componentes se clasifican en dos categorías: activos o pasivos.

Los componentes son los transistores, resistencias, condensadores y circuitos lógicos o integrados.

### 5.3 El alumbrado

Es un servicio público no domiciliario que se presta con el fin de iluminar lugares de libre circulación, que incluyen las vías públicas, los parques y demás espacios que se encuentren a cargo del municipio, con el fin de permitir el desarrollo de actividades nocturnas dentro del perímetro urbano y rural. Pero sin duda, el objetivo principal es proporcionar condiciones de iluminación que generen sensación de seguridad a los peatones y una adecuada visibilidad a los conductores de vehículos en zonas con alta circulación peatonal.

#### Sistema de alumbrado público (AP)

Comprende el conjunto de luminarias, redes, transformadores de uso exclusivo y en general, todos los equipos necesarios para la prestación del servicio de alumbrado público, que no formen parte del sistema de distribución.

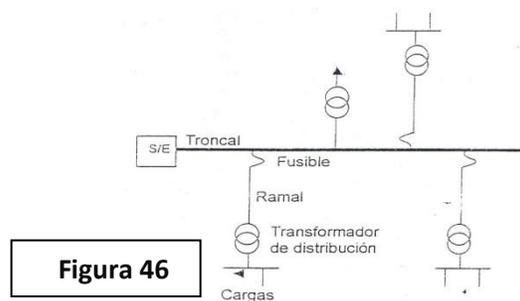


Figura 46

#### Alumbrado público exterior

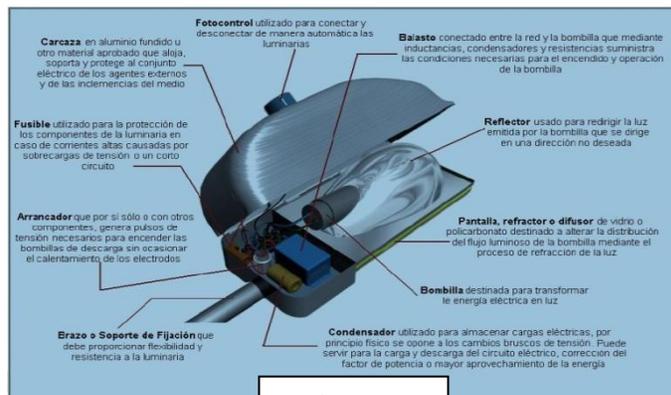


Figura 47

#### Dispositivos de control

Es un dispositivo utilizado para conectar y desconectar de manera automática las luminarias de alumbrado público en función del nivel de iluminación del ambiente. En el caso más común el fotocontrol enciende la bombilla durante la noche y la apaga durante el día. Fotocontroles como el presentado en la figura, realizan control individual para cada luminaria; sin embargo, existen otros fotocontroles asociados con un contactor los cuales pueden controlar un grupo de luminarias.

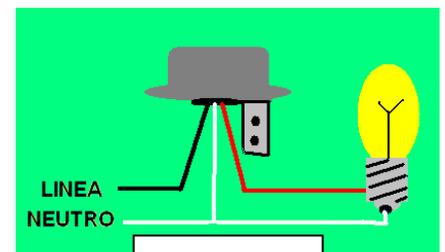
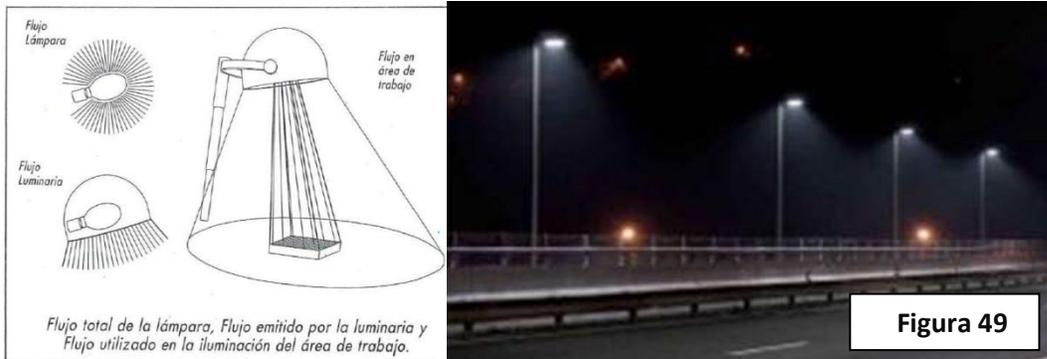


Figura 48

¿Qué es la contaminación lumínica?

Es un efecto producido por el reflejo y la emisión inadecuada de la luz artificial de uso exterior e interior, por ejemplo por las luminarias que emiten luz hacia arriba, que puede verse por las noches en el cielo e impide la observación normal de las estrellas, además produce deslumbramiento y reduce la visibilidad del firmamento en las ciudades.

Hoy actualmente se utilizado tecnología led para el alumbrado publico, el control de la luz es mucho mejor no produce contaminación lumínica, y su iluminación es excelente.



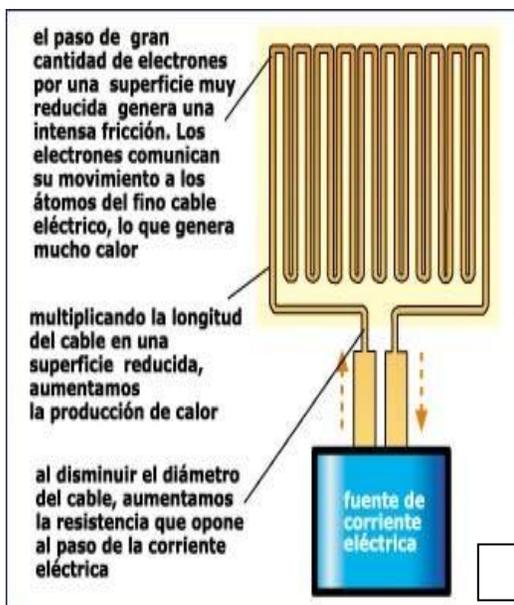
En general, la iluminancia se define según la siguiente expresión:

$$E_v = \frac{dF}{dS}$$

donde:

- $E_v$  es la iluminancia, medida en luxes.
- $F$  es el flujo luminoso, en lúmenes.
- $dS$  es el elemento diferencial de área considerado, en metros cuadrados.

#### 5.4 Automatización y los aparatos fríos y calor



La electricidad puede utilizarse para producir calor y frío: calefacción, refrigeración, aire acondicionado, agua caliente y cocina.

La gran resistencia que opone un cable muy fino al paso de la corriente eléctrica genera calor. Esta propiedad se usa en todo tipo de estufas y radiadores. Los hornos de microondas son algo más sofisticados: la corriente eléctrica induce la formación de ondas de alta frecuencia al pasar por un magnetrón.

## Producción de calor

El físico británico James Prescott Joule descubrió en la década de 1860 que si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido al choque que sufren con las moléculas del conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo. Este efecto es conocido como efecto Joule en honor a su descubridor. Este efecto fue definido de la siguiente manera: "La cantidad de energía calorífica producida por una corriente eléctrica, depende directamente del cuadrado de la intensidad de la corriente, del tiempo que ésta circula por el conductor y de la resistencia que opone el mismo al paso de la corriente". Matemáticamente se expresa como

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Donde

$Q$  es la energía calorífica producida por la corriente;

$I$  es la intensidad de la corriente que circula y se mide en amperios;

$R$  es la resistencia eléctrica del conductor y se mide en ohmios;

$t$  es el tiempo el cual se mide en segundos.

Para producir frío:

La electricidad debe seguir un camino distinto: un motor eléctrico que hace funcionar un compresor, parte de un circuito cerrado de circulación de un gas. El gas comprimido, al expandirse en otro compartimiento del circuito, roba calor de su entorno (por ejemplo, del interior de un frigorífico), provocando un enfriamiento. El gas es nuevamente comprimido y cede el calor que robó al exterior del aparato. El ciclo expansión-compresión prosigue indefinidamente.

## 5.5 Electrónica digital

Es una herramienta muy importante en los sistemas de control industriales, procesos de datos e infinidad de equipos como son: las calculadoras electrónicas, videojuegos, ordenadores, telefonía móvil, etc. La lógica es la que se basa, o la lógica de computación, basada a su vez en álgebra de Boole, esta siendo rápidamente suplementada, en diferentes campos de aplicación, por la lógica denominada Fuzzy o lógica difusa.

La Electrónica Digital es la parte de la Electrónica que trabaja con variables discretas.

Este hecho implica que un pequeño cambio en alguna de las variables del circuito (siempre que no cambie su valor discreto) no producirá un cambio apreciable en el comportamiento del circuito.

Es decir, el comportamiento del circuito no depende del valor exacto de la señal.

Una señal analógica es aquella que puede tener  
Mientras que la señal digital sólo puede tener do

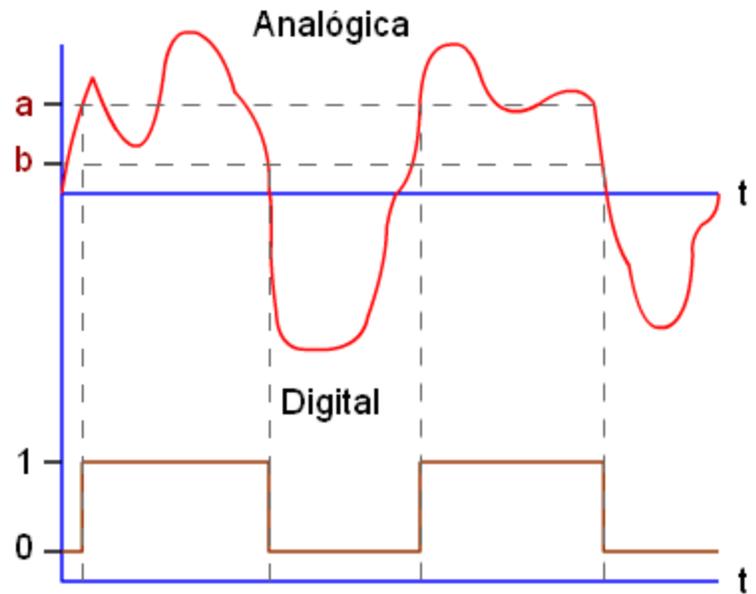


Figura 51

### Álgebra de Boole, álgebra de conjuntos.

En 1847 el matemático inglés George Boole desarrolló un álgebra que afecta a conjuntos de dos tipos, conjunto vacío y conjunto lleno.

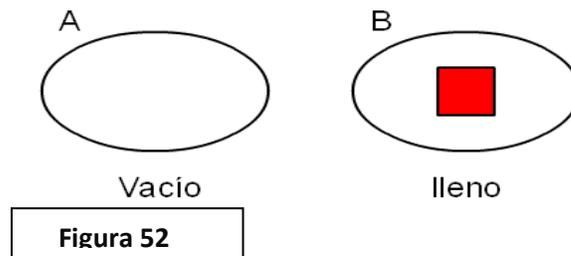


Figura 52

### Conjunto vacío y conjunto lleno

Este álgebra se puede extrapolar a sistemas que tienen dos estados estables, "0" y "1", encendido y apagado, abierto y cerrado,...

### Sistema binario.

Consta de dos dígitos el 0 y el 1. A cada uno de ellos se le llama bit (binary digit). La forma de contar en este sistema es similar al decimal, es decir: 0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000,...

Para cambiar un número de sistema binario a decimal se procede de la siguiente forma:

Primero se expresa el número binario en supolinomio equivalente, a continuación se calcula el polinomio y el resultado es el número en base 10.

$$abcde,fg (2)= N (10)$$

$$N = a2^4 + b2^3 + c2^2 + d2^1 + e2^0 + f2^{-1} + g2^{-2}$$

**Sistema hexadecimal.**

Consta de dieciséis dígitos el 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E y el F. La forma de contar en este sistema es similar al decimal, es decir: 0, 1, 2,..., E, F, 10, 11, 12,..., 1E, 1F, 20, 21, 22,..., 2E,2F, 30, 31, 32,..., 3E, 3F,...

La equivalencia entre hexadecimal y decimal es:

Hex	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Dec	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

**Operaciones lógicas.**

El álgebra de conjuntos se desarrolló con las operaciones unión de conjuntos (U) (+), intersección de conjuntos (∩) (·) y el complementario.

De ahora en adelante denotaremos a la unión como (+) y a la intersección como (·). ¡Ojo! No son la suma y multiplicación ordinarias.

Las operaciones lógicas se pueden representar como funciones:

Para la unión,  $S = A + B$ .

Para la intersección,  $S = A \cdot B$ .

Complementario o negación,  $S = \bar{A}$

Donde los conjuntos A y B (variables) pueden tener los dos estados 0, 1.

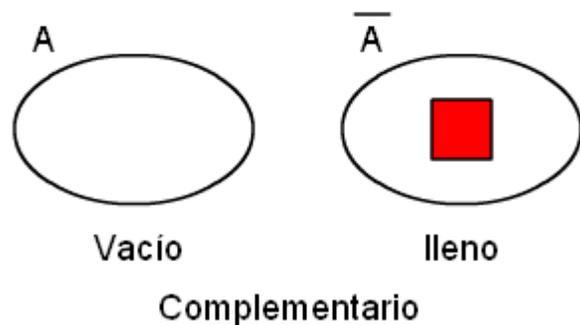
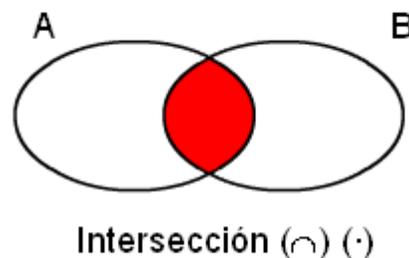
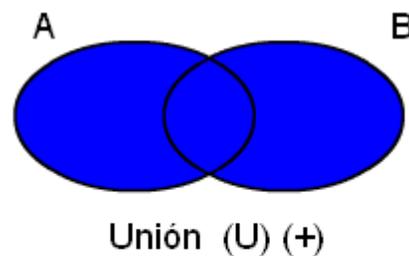
**Función unión o suma lógica (+):**

$$S = a + b$$

La función toma valor lógico "1" cuando **a** o **b** valen "1". También se la conoce como función Or (O).

Otra forma de representarlo es en la llamada tabla de verdad

a	b	S = a+b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



La tabla de verdad, representa en el lado izquierdo todas las combinaciones que se pueden dar de las variables y en la parte derecha el valor que toma la función para cada uno de ellos.

**Función intersección o multiplicación lógica (·):**

$$S = a \cdot b$$

La función toma valor lógico "1" cuando **a** y **b** valen "1". También se la conoce como función And (Y). Otra forma de representarlo es en la tabla de verdad.

a	b	S = a·b
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

**Función negación lógica o complementario (¯):**

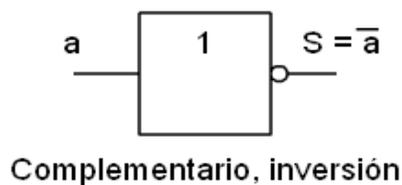
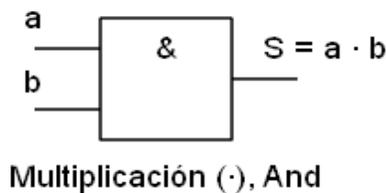
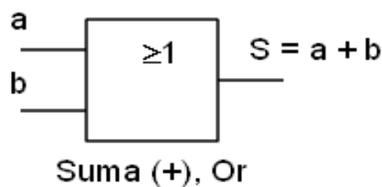
$$S = \bar{a}$$

La función toma valor lógico "1" cuando **a** vale "0" y toma el valor "0" cuando **a** vale "1". También se la conoce como función Inversión.

Otra forma de representarla es en la tabla de verdad.

a	S = ā
0	1
1	0

Los símbolos que representan estas funciones se pueden ver a continuación:

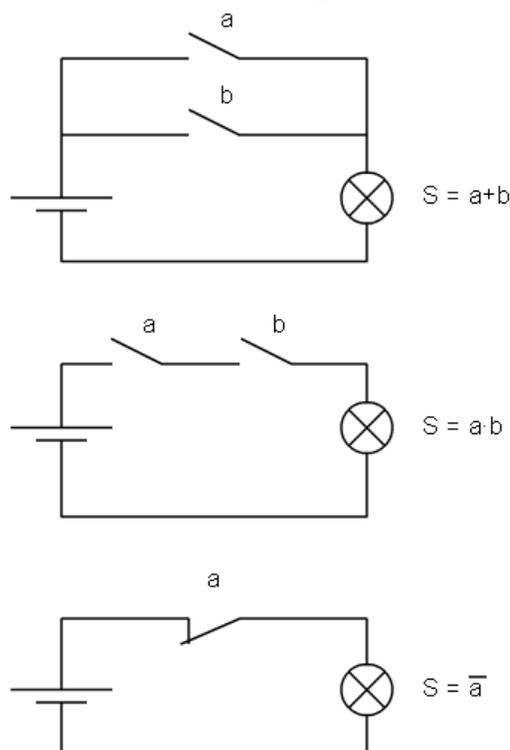


**Figura 53** Símbolos normalizados de la suma, multiplicación e inversión

## Puertas lógicas.

Las puertas lógicas son componentes físicos (electrónicos, eléctricos, mecánicos, neumáticos...) capaces de realizar las operaciones lógicas.

A continuación se implementan las tres puertas lógicas con interruptores.



**Figura 54** Puertas Suma, multiplicación e inversión con interruptores

En la puerta suma (OR), cuando se cierra el interruptor a o el b, o los dos, luce la bombilla.

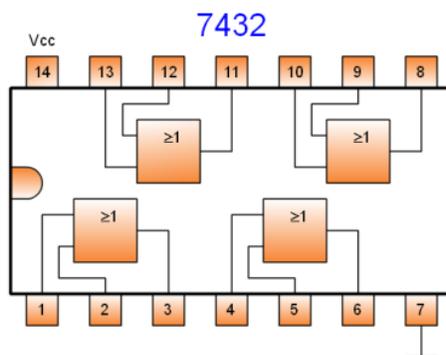
En la puerta multiplicación (AND), sólo cuando se cierra el interruptor a y el b luce la bombilla.

La puerta inversora tiene encendida la bombilla, y deja de estarlo cuando actuamos sobre el interruptor a, normalmente cerrado.

El más famoso es el formato electrónico, puesto que ocupa muy poco espacio y su coste es muy bajo. Se comercializan múltiples formatos, tecnologías y características eléctricas. No es el objetivo de esta unidad entrar en tanto detalle, por lo que mostraré un ejemplo sin entrar demasiado en los detalles.

Las puertas electrónicas corresponden a familias lógicas, una de las más utilizadas es la TTL (Transistor Transistor Logic). El circuito 7432 en sus distintas versiones (L, LS, S...), integra cuatro puertas suma (OR) de dos entradas en un encapsulado de 14 patillas, dos de las cuales son la de alimentación +5V (14) y masa (7).

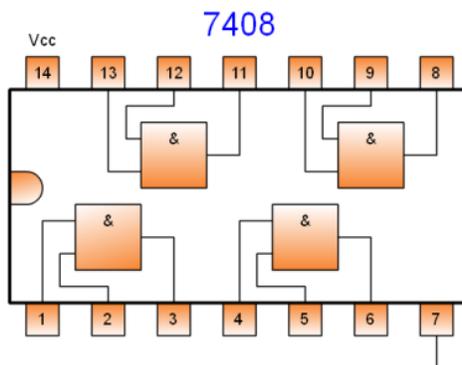
El aspecto de dicho integrado puede verse a continuación:



**Figura 55** Circuito integrado 7432

Por otra parte el circuito 7408 integra también cuatro puertas, pero ahora multiplicación (AND) y sus terminales de alimentación.

Este es su aspecto:



**Figura 56** Circuito integrado 7408

El circuito 7404 integra 6 puertas inversoras con los terminales de alimentación. Para utilizar una de estas puertas se debe alimentar el circuito a 5 Voltios y conectar los terminales de dicha puerta. Cada una de ellas es independiente del resto. Existen otras puertas que son combinación de las anteriores, la NOR y la NAND, que también se comercializan.

### Propiedades del álgebra de Boole.

Para toda variable a,b,c que pertenece al conjunto de álgebra de Boole se cumple:

1) Propiedad **conmutativa**:

- $a+b = b+a$
- $a \cdot b = b \cdot a$

2) Propiedad **asociativa**:

- $a+b+c = a+(b+c)$

- $a \cdot b \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$

3) Propiedad **distributiva**:

- $a \cdot (b+c) = a \cdot b + a \cdot c$
- $a+(b \cdot c) = (a+b) \cdot (a+c)$

4) Elementos **neutros**: son el "0" para la suma y el "1" para el producto.

- $a + 0 = a$
- $a \cdot 1 = a$

5) Elementos **absorbentes**: son el "1" para la suma y el "0" para el producto.

- $a + 1 = 1$
- $a \cdot 0 = 0$

6) Ley del **complementario**:

- $a + \bar{a} = 1$
- $a \cdot \bar{a} = 0$

7) **Idempotente**:

- $a + a = a$
- $a \cdot a = a$

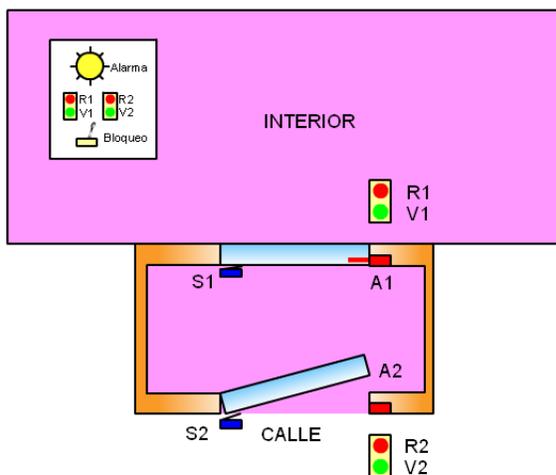
8) **Simplificativa**:

- $a + a \cdot b = a$
- $a \cdot (a+b) = a$

9) **Teoremas de Demorgan**

- $a + b = \overline{a \cdot b}$
- $a \cdot b = \overline{a + b}$

El gráfico siguiente muestra las puertas de entrada de un banco.



Las puertas están provistas de anclajes de seguridad (A1, A2) y de sensores (S1,S2) que indican si están abiertas o cerradas. Así como de un semáforo que indica si se permite o no el paso (R1,V1) y (R2,V2).

Cuando se abre una de las puertas se debe cerrar el anclaje de la otra, y encender las luces de los semáforos de manera que impida el paso a las personas que intentan entrar por la otra puerta.

Si se produce el caso indeseado de que se abran las dos puertas a la vez se debe indicar con una luz de alarma al cajero. Y no deben activarse los anclajes.

El cajero tiene un mando donde se visualiza el estado de las puertas y un interruptor que las bloquea cuando están cerradas.

Diseña el sistema que resuelve el problema con puertas de todo tipo, NAND y NOR, he indica cuál es el que debemos montar.

## 5.6 Potencia eléctrica

Potencia es la velocidad a la que se consume la energía. Si la energía fuese un líquido, la potencia sería los litros por segundo que vierte el depósito que lo contiene. La potencia se mide en joule por segundo (**J/seg**) y se representa con la letra "**P**".

Un **J/seg** equivale a **1 watt (W)**, por tanto, cuando se consume 1 joule de potencia en un segundo, estamos gastando o consumiendo 1 watt de energía eléctrica.

La unidad de medida de la potencia eléctrica "**P**" es el "**watt**", y se representa con la letra "**W**".

La forma más simple de calcular la potencia que consume una carga activa o resistiva conectada a un circuito eléctrico es multiplicando el valor de la tensión en volt (**V**) aplicada por el valor de la intensidad (**I**) de la corriente que lo recorre, expresada en amper. Para realizar ese cálculo matemático se utiliza la siguiente fórmula

$$P = V \cdot I$$

El resultado de esa operación matemática para un circuito eléctrico monofásico de corriente directa o de corriente alterna estará dado en watt (W). Por tanto, si sustituimos la "**P**" que identifica la potencia por su equivalente, es decir, la "**W**" de watt, tenemos también que:  $P = W$ , por tanto,

$$W = V \cdot I$$

Si ahora queremos hallar la intensidad de corriente (**I**) que fluye por un circuito conociendo la potencia en watt que posee el dispositivo que tiene conectado y la tensión o voltaje aplicada, podemos despejar la fórmula anterior de la siguiente forma y realizar la operación matemática correspondiente:

$$I = \frac{W}{V}$$

### CÁLCULO DE LA POTENCIA DE CARGAS REACTIVAS (INDUCTIVAS)

Para calcular la potencia de algunos tipos de equipos que trabajan con corriente alterna, es necesario tener en cuenta también el valor del factor de potencia o coseno de "phi" (**Cos Φ**) que poseen. En ese caso se encuentran los equipos que trabajan con carga reactiva o inductiva, es decir, consumidores de energía eléctrica que para funcionar utilizan una o más bobinas o enrollado de alambre de cobre, como ocurre, por ejemplo, con los motores.

Factor de potencia menor que "1" (generalmente su valor varía entre 0,85 y 0,98), por lo cual la eficiencia de trabajo del equipo en cuestión y de la red de suministro eléctrico varía cuando el factor se aleja mucho de la unidad, traduciéndose en un mayor gasto de energía y en un mayor desembolso económico.

La fórmula para hallar la potencia de los equipos que trabajan con corriente alterna monofásica, teniendo en cuenta su factor de potencia o **Cos Φ** es la siguiente:

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos} \cdot \varphi$$

De donde:

**P** .- Potencia en watt (W)

**V** .- Voltaje o tensión aplicado en volt (V)

**I** .- Valor de la corriente en amper (A)

**Cos Φ** .- Coseno de "fi" (phi) o factor de potencia (menor que "1")

Si queremos conocer la potencia que desarrolla un motor eléctrico monofásico, cuyo consumo de corriente es de **10,4 amper (A)**, posee un factor de potencia o **Cos Φ = 0,96** y está conectado a una red eléctrica de corriente alterna también monofásica, de **220 volt (V)**, sustituyendo estos valores en la fórmula anterior tendremos:

$$P = 220 \cdot 10,4 \cdot 0,96 = 2196,48 \text{ watt}$$

### Caballo de fuerza (HP) o caballo de Vapor (C.V.)

Los países anglosajones utilizan como unidad de medida de la potencia el caballo de vapor (C.V.) o Horse Power (H.P.) (caballo de fuerza).

**1 H.P.** (o **C.V.**) = 736 watt = 0,736 kW

**1 kW** = 1 / 0,736 H.P. = 1,36 H.P.

## UNIDAD VI Medidas en circuitos eléctricos

### Unidades de medida de los componentes que afectan al circuito eléctrico

La tensión que la fuente de energía eléctrica proporciona al circuito, se mide en **volt** y se representa con la letra **(V)**. La intensidad del flujo de la corriente **(I)**, se mide en **ampere** y se representa con la letra **(A)**. La resistencia **(R)** de la carga o consumidor conectado al propio circuito, se mide en **ohm** y se representa con la letra griega omega ( $\Omega$ ). Estos tres componentes están muy íntimamente relacionados entre sí y los valores de sus parámetros varían proporcionalmente de acuerdo con la Ley de Ohm. El cambio del parámetro de uno de ellos, implica el cambio inmediato de parámetro de los demás.

Las unidades de medidas del circuito eléctrico tienen también múltiplos y submúltiplos como, por ejemplo, el kilovolt (**kV**), milivolt (**mV**), miliampere (**mA**), kilohm (**k $\Omega$** ) y megohm (**M $\Omega$** ).

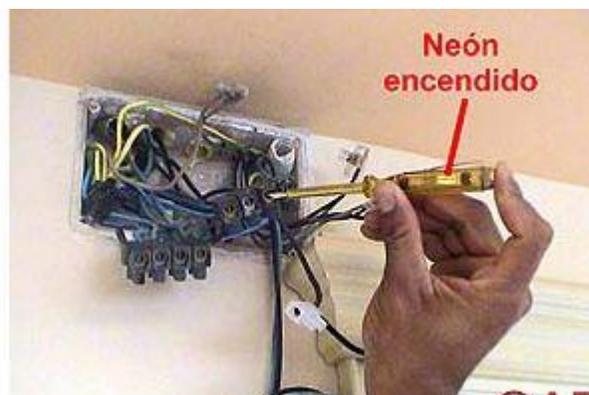
### 6.1 Medidas con diferentes aparatos

Dichos instrumentos nos ayudan a mantener a circuitos y equipos en un óptimo funcionamiento basándonos en ecuaciones y comparaciones en lo que respecta al flujo de electricidad.

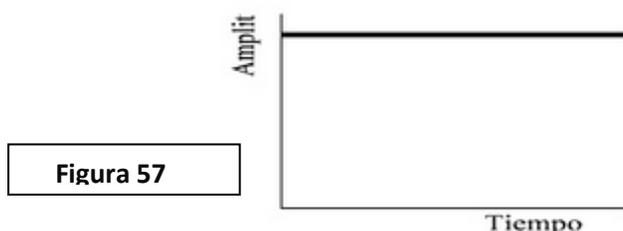
### PRECAUCIONES AL TRABAJAR EN CIRCUITOS CON CORRIENTE

Se debe aclarar que las tensiones o voltajes que suministran los equipos o dispositivos que trabajan con baterías no representan ningún riesgo para la vida humana; sin embargo cuando se realizan trabajos en una red eléctrica industrial o doméstica, la cosa cambia, pues un “shock” eléctrico que se reciba por descuido.

La primera regla que nunca se debe trasgredir antes de acometer un trabajo de electricidad es cortar el suministro eléctrico accionando manualmente el dispositivo principal de entrada de la corriente a la casa, sea éste un diferencial, un interruptor automático, un interruptor de cuchillas con fusibles o cualquier otro mediante el cual se pueda interrumpir el paso de la corriente eléctrica hacia el resto de la casa. No obstante, siempre se debe verificar con una lámpara neón si realmente no llega ya corriente al lugar donde vamos a trabajar, porque en ocasiones hay líneas eléctricas divididas por secciones, por lo que al desconectar una el resto queda todavía con corriente.



EN el laboratorio no existe ideales, por la cual los elementos se comportan de una forma más o menos ideal dentro un cierto rango



El **voltímetro** tiene el aspecto y símbolo que se indica en la figura (58). Él mide directamente la diferencia de potencial eléctrico o voltaje que se le aplique. Al usarlo deben tenerse presentes dos precauciones: si se trata de CC, respetar la polaridad (positivo con positivo y negativo con negativo) y asegurarse que el voltaje a medir no sea mayor que la escala del instrumento. En caso contrario el instrumento puede dañarse.

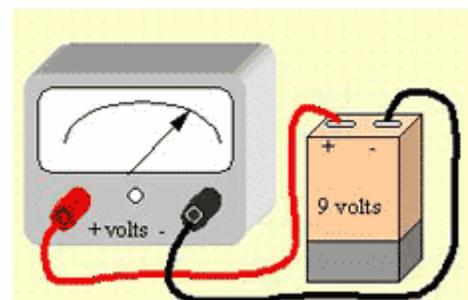


Figura 58

### Ampliación de la escala del Voltímetro

El procedimiento de variar la escala de medición de dicho instrumento es colocándole o cambiándole el valor de la resistencia  $R_m$  por otro de mayor Ohmeaje, en este caso.

El **amperímetro** tiene el aspecto y símbolo que se indica en la figura (59). Mide la intensidad de corriente eléctrica que pasa a través de él. Si bien su aspecto y símbolo son similares al de un voltímetro y es fácil confundirse, se emplea de un modo muy distinto: debe intercalarse en el circuito en que se quiere medir la corriente y el dispositivo debe estar funcionando. También, si se trata de CC, hay que respetar la polaridad, y asegurarse que la corriente no sea mayor que su escala de medición. La siguiente figura ilustra el modo correcto de emplear estos dos instrumentos

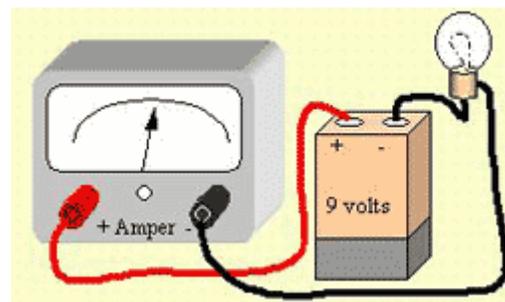


Figura 59

## 6.2 Medición de potencia eléctrica

### Vatímetros

La potencia consumida por cualquiera de las partes de un circuito se mide con un vatímetro, un instrumento parecido al electrodinamómetro. El vatímetro tiene su bobina fija dispuesta de forma que toda la corriente del circuito la atraviese, mientras que la bobina móvil se conecta en serie con una resistencia grande y sólo deja pasar una parte proporcional del voltaje de la fuente. La inclinación resultante de la bobina móvil depende tanto de la corriente como del voltaje y puede calibrarse directamente en vatios, ya que la potencia es el producto del voltaje y la corriente.

A-A': bobina de intensidad o amperimétrica.

M-N: bobina de tensión o voltimétrica.

Un vatímetro mide potencia instantánea, siempre mide vatios.

El vatímetro tiene cuatro fases. La bobina amperimétrica está en serie con la fase y la voltimétrica en derivación.

#### **Vatihorímetro:**

Un vatihorímetro mide la potencia instantánea por tiempo. Medirá Kwh. El vatihorímetro no es más que un contador de electricidad y puede estar formado por uno o más vatímetros.

R-I : tensión activa, real u óhmica.

XL-I : tensión reactiva, inductiva ó magnética.

Z-I : tensión aparente, (la que mide el voltímetro)

### **6.3 Contadores y su tipo**

#### **Contadores de servicio:**

El medidor de vatios por hora, también llamado contador de servicio, es un dispositivo que mide la energía total consumida en un circuito eléctrico doméstico. Es parecido al vatímetro, pero se diferencia de éste en que la bobina móvil se remplaza por un rotor. El rotor, controlado por un regulador magnético, gira a una velocidad proporcional a la cantidad de potencia consumida. El eje del rotor está conectado con engranajes a un conjunto de indicadores que registran el consumo total.

#### **Chispómetro:**

Sirve para medir la rigidez dieléctrica de un aislante líquido o sólido.

Para medir la rigidez dieléctrica vamos aplicando poco a poco una tensión con un regulador, que iremos aumentando hasta que de ionice el aceite y se produzca una chispa al romperse la rigidez dieléctrica.

Dielectro: aislante y refrigerante.

#### **Megüer:**

Es un medidor de aislamiento (mide los valores de resistencia de aislamiento) y se utiliza para hallar el aislamiento entre conductores y máquinas electrotécnicas.

Según la instrucción M.I.B.T.- 0,17 deberá tener un valor de 100 W·v como mínimo según sea la tensión de servicio. Esta norma es de obligado cumplimiento para la puesta en marcha de cualquier instalación en la industria, comercio, en casa, etc.

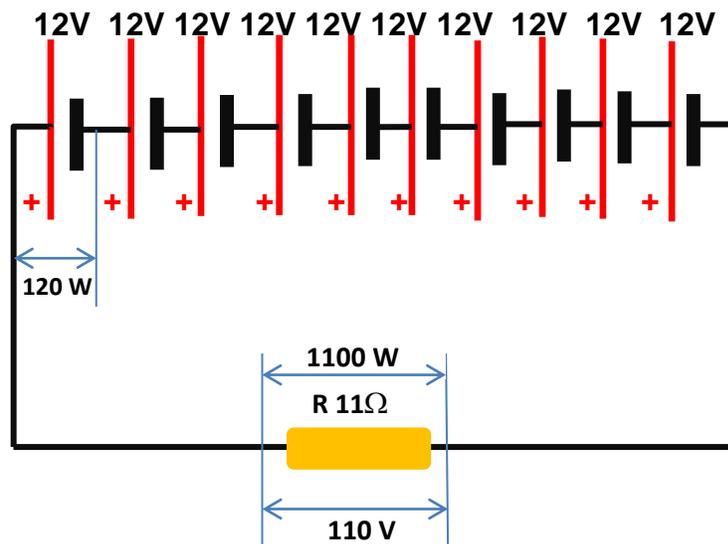
### Ejercicio 1.

Se dispone de una batería de 12 V y Resistencia interna  $0,1\Omega$

- ¿Cuántas de las anteriores baterías hay que conectar en serie para conseguir una tensión de 110 V en una resistencia de carga de  $11\Omega$ ?
- Calcula la potencia en la resistencia de carga y la potencia cedida por cada una de las baterías.

### Solución 1:

- El total de batería es 10 ¿porque? Se aplica la formula de la suma total de tensión que seria:  
 $12V + 12V + 12V \dots = 10 \cdot 12V = 120V$  y segundo paso se suma la resistencia interna  
 $0.1\Omega + 0.1\Omega + 0.1\Omega \dots = 10 \cdot 0.1\Omega = 1\Omega$  tercer paso, se usa la formula de la ley de ohm  
 $I = \frac{120V}{11\Omega + 1\Omega} = 10A$  que nos da la intensidad y por ultimo usamos la formula para la tensión de carga en los extremo de la resistencia  $V = 10A \cdot 11\Omega = 110V$
- La potencia en la resistencia de carga es:  $W = 110V \cdot 10A = 1100W$  y la potencia de cada batería es:  $W = 12V \cdot 10A = 120W$



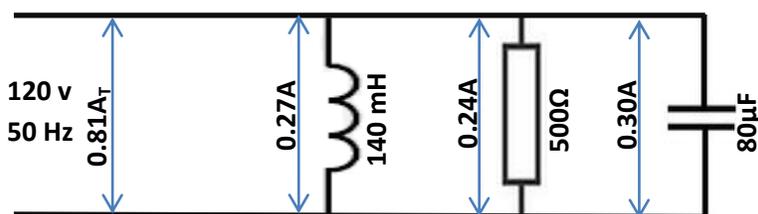
### Ejercicio 2.

A una red de corriente alterna de 120 V, 50 Hz, se conecta en paralelo los siguientes receptores: una bobina de 140 mH, una resistencia de  $500\Omega$  y un condensador de  $80\mu F$ .

- Calcule la intensidad en cada una de los receptores y la intensidad total.
- Calcule el factor de potencia, las potencia activa, reactiva y aparente conjunto de receptores.

**Solución 2:**

- a) Para la bobina la intensidad depende de dos formula primero  $X_L = 6,28 \times 0,5 \times 140 = 439,6 \Omega$  y la segunda formula es:  $I = \frac{120V}{439,6\Omega} = 0,27A$ , La intensidad en la resistencia es:  $I = \frac{120V}{500\Omega} = 0,24A$  y el capacitor primero aplicamos la inductancia  $X_c = \frac{10^6}{6,28 \cdot 50 \cdot 8} = 398\Omega$  y por ultimo la intensidad  $I = \frac{120V}{398\Omega} = 0,30A$ . La intensidad total es la suma de las corrientes de los receptores  $I_T = 0,27A + 0,24A + 0,30A = 0,81A_T$



**Ejercicio 3.**

Se conectan estrella tres bobinas iguales a una red trifásica de 380 V, 50 Hz. Cada una de ellas posee una resistencia óhmica de 15 Ω en serie una reactancia inductiva de 40Ω calcule:

- La corriente de línea y el factor de potencia.
- La potencia activa.

**Solución 3:**

a) Primer paso se calcula la inductancia que es:  $Z = \sqrt{15^2 + 40^2} = 42,7 \Omega$

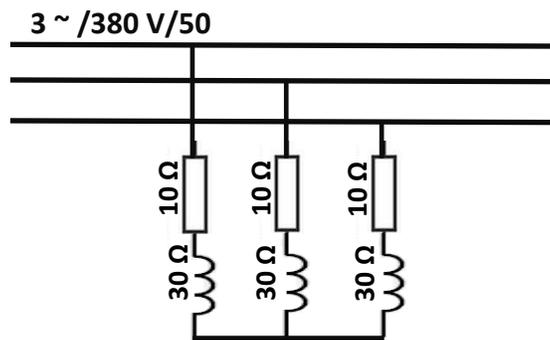
Segundo paso es la tensión por fase que es:  $V_S = \frac{380V}{\sqrt{3}} = \frac{380V}{1,73} = 219 V$

Tercer paso la corriente por línea es:  $I = \frac{219 V}{42,7 \Omega} = 5,12A$

$Q = \arctg \frac{30 \Omega}{10 \Omega} = 71,6^\circ = 0,32$

Cada fase es:  $V_S = V_C / \sqrt{3} = 380 V / \sqrt{3} = 219,5 V$

b)  $P = \sqrt{3} \cdot 380 V \cdot 5,12 A \cos \varphi = 622,5 W$



## Conclusiones

La electrotecnia es una de las materias más completa que aplica la física, algebra y matemática, también se puede llevar a la práctica para poder corroborar la teoría y las formulas.

Igual estudia el electromagnetismo y circuitos eléctricos que se aplican en el hogar o en las industrias. Hoy la electrotecnia a avanzado con el paso del tiempo, que el 80% de los productos que usamos lleva un componente eléctrico.

Nos permite realizar cálculos y medidas de magnitudes.

Los componentes son elaborados con la finalidad de realizar diversas tareas dentro del circuito en el caso de los circuitos integrados su desarrollo ha revolucionado los campos de las comunicaciones, la gestión de la información y la informática. Los circuitos integrados han permitido reducir el tamaño de los dispositivos con el consiguiente descenso de los costes de fabricación y de mantenimiento de los sistemas. Al mismo tiempo, ofrecen mayor velocidad y fiabilidad. Los relojes digitales, las computadoras portátiles y los juegos electrónicos son sistemas basados en microprocesadores. Otro avance importante es la digitalización de las señales de sonido, proceso en el cual la frecuencia y la amplitud de una señal de sonido se codifica digitalmente; en la televisión digital full HD pudiendo hacer una tv interactiva. Los híbridos han remplazado casi completamente a los integrados y transistores al tubo de vacío en la mayoría de sus aplicaciones.

A medida que se va mejorando con los concepto de la electrotecnia se busca energía renovables para tratar de no contaminar el medio ambiente, por ejemplo la energía solar, calefactores aprovechando la luz solar, energía eólica aprovechando el viento y la energía hidráulica.

Los contenidos de esta materia responden a una selección rigurosa del concepto y procedimiento inducidos, aquellos que están en la raíz de los modos de pensar y actuar, cualquiera sea su campo de trabajo, teniendo en cuenta el aprendizaje.

La electrotecnia ocupa un papel muy importante en el bachillerato, al utilizar la física y método de análisis, cálculo y representaciones graficas proveniente de la matemática como ya lo avía mencionado.

La finalidad es el aprendizaje y poder desempeñarse en la comunicada y usar todo el concepto ante el uso de la electricidad.

## BIBLIOGRAFÍA

Libro: Electrotecnia - Pablo Alcalde San Miguel (2011) XV edición Española

Libro: Fundamentos de Electrotecnia -Kuznetsov, Marius (1994)

Libro: ing. Narciso Beyrut Ruiz (Universidad Veracruzana, México) (2011)

Información de las páginas de internet:

[http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales\\_didacticos/electricidad/aulaelectricidad.pdf](http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/electricidad/aulaelectricidad.pdf)

<http://www.google.com.ar/imgres?um=1&hl=es&newwindow=1&sa=N&biw=1344&bih=759&tbnid=KSbupAJNDsXKCM:&imgrefurl=http://estudiantesdefisica.blogspot.es/1248658380/&docid=5Uduir9wUxFmrM&imgurl=http://estudiantesdefisica.blogspot.es/img/atomoneutro.jpg&w=239&h=237&ei=PFA0UI>

<http://www.google.com.ar/imgres?um=1&hl=es&newwindow=1&sa=N&biw=1344&bih=759&tbnid=R6SE1SrsIsPKXM:&imgrefurl=http://ctablogabp.blogspot.com/2009/06/el-atomo.html&docid=HuD7sA0w3VY0NM&imgurl=http://www.eis.uva.>

[http://www.google.com.ar/imgres?um=1&hl=es&newwindow=1&sa=N&biw=1344&bih=759&tbnid=nWLxeOgh1ghTMM:&imgrefurl=http://www.unicrom.com/Tut\\_carga-electrica.asp&docid=HNDPqQzqS--VfM&imgurl=http://www.unicrom.com/imagenes/ion-positivo-ion-negativo.gif&w=47](http://www.google.com.ar/imgres?um=1&hl=es&newwindow=1&sa=N&biw=1344&bih=759&tbnid=nWLxeOgh1ghTMM:&imgrefurl=http://www.unicrom.com/Tut_carga-electrica.asp&docid=HNDPqQzqS--VfM&imgurl=http://www.unicrom.com/imagenes/ion-positivo-ion-negativo.gif&w=47)

<http://r-luis.xbot.es/edigital/ed05.html>

<http://www.slideshare.net/guestb97266b9/medidas-electricas>

## LISTA PARA REVISAR POR SU PROPIA CUENTA EL VALOR DEL DOCUMENTO

Antes de presentar su documento, por favor utilice esta página para determinar si su trabajo cumple con lo establecido por AIU. Si hay más que 2 elementos que no puede verificar adentro de su documento, entonces, por favor, haga las correcciones necesarias para ganar los créditos correspondientes.

Yo tengo una página de cobertura similar al ejemplo de la página 89 o 90 del Suplemento

Yo incluí una tabla de contenidos con la página correspondiente para cada componente.

Yo incluí un abstracto del documento (exclusivamente para la Tesis).

Yo seguí el contorno propuesto en la página 91 o 97 del Suplemento con todos los títulos o casi.

Yo usé referencias a través de todo el documento según el requisito de la página 92 del Suplemento.

Mis referencias están en orden alfabético al final según el requisito de la página 92 del Suplemento.

Cada referencia que mencioné en el texto se encuentra en mi lista o viceversa.

Yo utilicé una ilustración clara y con detalles para defender mi punto de vista.

Yo utilicé al final apéndices con gráficas y otros tipos de documentos de soporte.

Yo utilicé varias tablas y estadísticas para aclarar mis ideas más científicamente.

Yo tengo por lo menos 50 páginas de texto (15 en ciertos casos) salvo si me pidieron lo contrario.

Cada sección de mi documento sigue una cierta lógica (1, 2,3...)

Yo no utilicé caracteres extravagantes, dibujos o decoraciones.

Yo utilicé un lenguaje sencillo, claro y accesible para todos.

Yo utilicé Microsoft Word (u otro programa similar) para chequear y eliminar errores de ortografía.

Yo utilicé Microsoft Word / u otro programa similar) para chequear y eliminar errores de gramática.

Yo no violé ninguna ley de propiedad literaria al copiar materiales que pertenecen a otra gente.

Yo afirmo por este medio que lo que estoy sometiendo es totalmente mi obra propia.

**Samuel Márquez**

**Atlantic International University  
HONOLULU, HAWAII  
Invierno 2012**